

Universidad Politécnica de Madrid
Escuela Técnica Superior de Arquitectura

**ARQUITECTURA ARTIFICIAL O MANIERISMO POR COMPUTADORA:
experimentación con nuevos medios para la realización de proyectos
arquitectónicos**
tesis doctoral

FRANCISCO JAVIER FERNÁNDEZ HERRERO
arquitecto y licenciado en ciencias físicas
2002



**ARQUITECTURA ARTIFICIAL O MANIERISMO POR COMPUTADORA:
experimentación con nuevos medios para la realización de proyectos
arquitectónicos**
(tesis doctoral)

FRANCISCO JAVIER FERNÁNDEZ HERRERO

títulos académicos:
ARQUITECTO (ESPECIALIDAD: EDIFICACIÓN)
LICENCIADO EN CIENCIAS FÍSICAS (ESPECIALIDAD: FÍSICA GENERAL)

departamento de	PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS
-----------------	---------------------------

adscrito al centro	E.T.S. DE ARQUITECTURA DE MADRID
--------------------	----------------------------------

director	LUIS ANTONIO GUTIÉRREZ CABRERO (ARQUITECTO)
----------	---------------------------------------------

año	2002
-----	------

Tribunal nombrado por el Mgfco. y Excmo. Sr. Rector de la Universidad
Politécnica de Madrid, el día de de 20.....

Presidente D.

Vocal D.

Vocal D.

Vocal D.

Secretario D.

Realizado el acto de defensa y lectura de la tesis el día
de de 20.....
en

Calificación:

EL PRESIDENTE

LOS VOCALES

EL SECRETARIO

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN	2
ESTADO DEL ARTE	5
1.1. introducción.....	5
1.2. descomposición de sistemas	15
1.3. diseño orientado a objetos	34
1.3.1. lenguajes de <i>patterns</i>	34
1.3.2. modelado orientado a objetos.....	40
1.3.3. diseño basado en <i>features</i>	48
1.4. otros esquemas reutilizables.....	56
1.5. algoritmos genéticos y epifenómenos.....	80
1.6. abajo-arriba y arriba-abajo	97
1.7. sistemas basados en conocimiento	122
1.8. relativismo y efectos de enmarcado.....	149
MÉTODOS Y RESULTADOS.....	188
DISCUSIÓN	207
CONCLUSIÓN	251
BIBLIOGRAFÍA	254

RESUMEN

Introducción: En este capítulo inicial se presentan algunos objetivos y argumentos generales a propósito de la informatización y la gestión integrada de los procesos de diseño y construcción de edificios y entornos urbanos. Así se introduce el concepto ideal de un modelo global de datos sobre edificios capaz de integrarse en el proceso de diseño. Se describen también algunas de las dificultades iniciales que se presentan al tratar de establecer un marco de referencia absoluto, que pueda englobar todos los aspectos y puntos de vista involucrados, incluidos los de los/las habitantes, a partir del cual plantear los problemas arquitectónicos y evaluar la calidad de las soluciones. En definitiva se plantea la cuestión fundamental: ¿en qué consiste el conocimiento arquitectónico y cómo podría codificarse de un modo computable?.

Descomposición de sistemas: Al hilo de algunas viejas ideas de Christopher Alexander, se describe un procedimiento para analizar y descomponer sistemas de variables que representen los requisitos de un diseño (debe notarse que cualquier descomposición conceptual del problema se refleja en la constitución física del objeto). De este modo es posible describir los objetivos y operaciones de un diseñador/a como un proceso de neutralización de desajustes, y se puede justificar la *artificialidad* y la proliferación de *artefactos* culturales inútiles en los objetos diseñados por la elección de descomposiciones inadecuadas para cada caso particular, basadas en categorías lingüísticas académicas y amaneradas. Dada la incapacidad de los diseñadores/as humanos/as para percibir la estructura causal profunda de los complejos problemas de diseño, recurren a menudo a convencionales e infundados procedimientos de análisis en términos de moldes conceptuales simplificados y apriorísticos, incluso rígidamente jerarquizados en muchas ocasiones, que no son útiles para modelar y resolver los problemas reales.

Diseño orientado a objetos: Se repasan primero algunas perspectivas sobre la elaboración de lenguajes comunes mediante la identificación de patrones de diseño a diferentes niveles de abstracción, que tal vez pudieran ser condensados en categorías invariantes más generales, es decir en esquemas reutilizables en diversos problemas. Esta hipotética idea llevada al extremo supondría que existen unas categorías rígidamente invariantes, no adaptables, que sin embargo podrían resumir aparentemente todos los casos posibles gracias a su generalidad, es decir, que ilusoriamente resolverían por anticipado todos los problemas posibles. Esto conduce al debate a propósito de las ventajas y defectos de las soluciones específicas y las soluciones generales.

Se describe a continuación la arquitectura conceptual orientada a objetos de la mayoría de los sistemas de CAAD (Diseño de Arquitectura Asistido por Computadora) actuales, se plantean las limitaciones derivadas de su rígida tipificación estática y se describen algunas propuestas para sustituirla por redes semánticas abiertas, extensibles y re-configurables capaces de simular con más precisión los problemas reales. Concretamente estos modelos podrían representar aspectos, relaciones y *vistas* a niveles de abstracción no comprendidos por los sistemas de CAAD comunes. La desventaja es que estas estructuras de datos deben resultar demasiado complejas como para que las maneje un diseñador/a humano/a sin recurrir a soluciones por defecto preprogramadas más o menos rígidamente. Haría falta entonces idear algoritmos suficientemente *inteligentes* como para que pudiesen reconocer *fluidamente* aspectos y

organizar y modificar el modelo automáticamente, relacionando descripciones con distinto grado de abstracción.

Otros esquemas reutilizables: En este capítulo se describen otras perspectivas sobre la búsqueda de sistemas suficientemente invariantes o reutilizables de conceptos, subsistemas, patrones, aspectos, objetos o componentes constructivos, capaces de englobar las soluciones a varios, si no todos, los problemas del diseño de edificios y ciudades. Se destacan particularmente los motivos por los que sería interesante que dichos componentes pudieran adaptarse y combinarse flexiblemente en soluciones no monótonas. Esto conduce a una discusión sobre esquemas reutilizables en diferentes contextos, reciclado de experiencias de diseño y razonamiento basado en casos, fuentes de inspiración, analogías, modelos y procedimientos de simulación, y sobre algoritmos generadores fundamentados en la reutilización recursiva de datos y procesos. Finalmente se plantea la posible aplicación de sistemas computacionales de diseño y fabricación, integrados, en la elaboración de objetos individualizados y adaptados a exigencias diversas.

Algoritmos genéticos y epifenómenos: Panorámica sobre diversas aplicaciones de procedimientos generadores orientados de abajo hacia arriba, y sobre su eventual capacidad de auto-organizarse y generar propiedades emergentes a partir de elementos simples y sencillos mecanismos locales auto-reforzados. Se hace énfasis especialmente en el control descentralizado característico de estos procesos, y se describen algunas técnicas para almacenar la información generada y para controlar su comportamiento dinámico de modo que actúen más eficazmente reaprovechando los conocimientos adquiridos.

Abajo-arriba y arriba-abajo: En este capítulo se mencionan las limitaciones de los procesos computacionales orientados rígidamente de abajo-arriba o de arriba-abajo, que están relacionadas con el debate previo sobre especificidad contra generalidad. Ambos enfoques deben enfrentarse a la siguiente dificultad: ¿cómo representar las implicaciones de cada decisión en el otro extremo de la escala de abstracción evitando el aumento explosivo del número de variantes posibles?. Más aún, se cuestiona la tendencia a clasificar los conceptos en niveles de abstracción y a organizarlos en una escala jerárquica absoluta, y se defiende la idea de que el enmarañamiento de niveles es un fenómeno característico del procesamiento perceptivo y cognoscitivo humano, y una consecuencia de su *fluidez* conceptual. Para apoyar esta idea se utiliza el concepto de 'heterarquía', y se mencionan múltiples ejemplos de confusión de niveles y de bucles conceptuales ambiguos o contradictorios. Se comentan también las implicaciones que tiene este punto de vista sobre la posibilidad de descomponer un sistema complejo en subsistemas casi independientes. Finalmente, se describen algunos algoritmos que pretenden coordinar fluidamente las estrategias abajo-arriba y arriba-abajo, diluyendo la distinción entre ambas.

Sistemas basados en conocimiento: En este apartado se describen las características generales de los programas de computadora comúnmente denominados sistemas basados en conocimientos y sistemas expertos. Se discute la posibilidad de usar estos sistemas en aplicaciones *inteligentes* de CAAD capaces de controlar un proceso de diseño caracterizado por una sucesión de ciclos reiterados de generación-evaluación. El alcance de esta hipótesis depende de la mayor o menor *flexibilidad* de las estrategias heurísticas que se empleen para efectuar búsquedas, para ocuparse de estados incompletos de la información, para resolver ambigüedades, y para traducir distintos tipos de representaciones gráficas y verbales y manipularlas simultáneamente. La solución utópica para organizar un sistema totalmente integrado de diseño sería disponer

de un formato o un lenguaje global común, un esquema conceptual completo que representara explícitamente todos los conocimientos arquitectónicos y condensara todos los esquemas conceptuales particulares. Sin embargo, según se argumenta, estos conocimientos parecen escapar a todo intento de clasificación y descomposición absoluta o estática, dado que el proceso de diseño es principalmente heurístico y tentativo, y en cada caso diversas soluciones pueden parecer aceptables de acuerdo con diferentes criterios inconmensurables. Más detalladamente se discute el papel que desempeñan los conocimientos geométricos en el diseño de arquitectura.

Relativismo y efectos de enmarcado: A propósito de la posibilidad de clasificar todos los conocimientos sobre arquitectura, se discuten diversos puntos de vista sobre si las tipologías deben considerarse universales o situacionales. Se plantea la necesidad de programar estrategias borrosas de reconocimiento de patrones y clasificación de tipologías para abarcar casos excepcionales y para descubrir formas emergentes, que simulen la capacidad humana de conocimiento y reconocimiento, o agrupación de percepciones. Se discute el modo en que los seres humanos utilizan la distracción, el oportunismo y las ambigüedades e inconsistencias de las representaciones, al tratar de resolver problemas. Se describen numerosos programas capaces de reconocer y hacer explícitos aspectos implícitos a partir de diferentes clases de documentos, y capaces de traducir y relacionar diferentes representaciones de los mismos datos, haciendo énfasis en el modo en que eliminan las ambigüedades. Finalmente, ante el fracaso de los intentos de definir una representación holista de los problemas de diseño, se describen algunos sistemas alternativos que pretenden manipular *inteligentemente* diversas representaciones o *vistas* adaptadas a aspectos específicos del diseño.

MÉTODOS Y RESULTADOS: El enfoque adoptado en este trabajo de investigación se concentra finalmente en ciertos aspectos particulares y básicos del diseño de arquitectura. Consecuentemente, en este capítulo se describe el desarrollo de un sistema, de *visión de alto-nivel*, capaz de interpretar un conjunto general de segmentos de rectas y curvas situados sobre un plano como si se tratase de un boceto arquitectónico bidimensional, poco estructurado y posiblemente incompleto, reconociendo automáticamente aspectos arquitectónicos *espaciales* mediante el empleo de razonamientos geométricos heurísticos. Se discuten también las posibles aplicaciones de este sistema, capaz de reconocer determinados aspectos *de alto-nivel*, y se describe otro algoritmo que utiliza la información obtenida por el anterior para generar variaciones *arquitectónicas* (en sentido limitado). La película adjunta contiene diversas muestras del funcionamiento de estos programas y de los resultados obtenidos, así como referencias a otras muchas cuestiones reseñadas en la tesis.

DISCUSIÓN: Por último se presenta un compendio de errores, artificios, razonamientos defectuosos, asociaciones superficiales, manierismos y desplazamientos semánticos, y una revisión de viejas críticas sobre la mitología moderna y sobre el racionalismo ingenuo o hipócrita, para resaltar los efectos secundarios de las categorizaciones fluidas y los mecanismos de tolerancia a errores usados inconscientemente por los seres humanos al tratar de resolver problemas reales. En este sentido se discute la posibilidad de simular dicha fluidez conceptual mediante algoritmos capaces de elaborar series de simulacros recursivos y variaciones sobre un tema.

ESTADO DEL ARTE

1.1. introducción

Los avances tecnológicos que han tenido lugar en las últimas décadas del siglo XX han transformado los medios usados hasta entonces para la elaboración y uso de información. El trabajo de los estudios de arquitectura es una de tantas actividades afectadas por la proliferación de computadoras y redes de comunicación. El empleo de nuevas tecnologías tiene como finalidad la reducción de los costes de producción mediante la simplificación y racionalización del trabajo, la solución de las tareas repetitivas por medio de la reutilización y la automatización de las tareas mecanizables. El objetivo es elaborar un producto de mayor *calidad*, y con el menor esfuerzo posible, es decir con la mayor eficacia. Desde luego, estos son los mismos viejos propósitos de la Revolución Industrial, y fueron usados previamente como un argumento para justificar la renovación del lenguaje arquitectónico que dio lugar a lo que se conoce como 'movimiento moderno'. Pese a que resulte sencillo enunciar esos objetivos generales, es una tarea muy enmarañada darles contenido, es decir, decidir cómo llevarlos a cabo y cómo medir el éxito o fracaso.

Cualquier proceso productivo humano suficientemente complejo está dividido en capas intermedias sucesivas, subprocesos, que generalmente no están suficientemente desacoplados, sino que se realimentan mutuamente de información. Casi siempre, esta división en capas y el protocolo con el que interactúan, no está formalizado ni fue planificado globalmente tal como sucede ocasionalmente cuando se diseña una máquina, un proceso industrial o un sistema de software. La causa de esta desorganización suele ser la convivencia simultánea de nuevos y viejos métodos, y su consecuencia, la necesidad de emplear múltiples interfaces para conducir la información, convenientemente traducida, de unos subsistemas a otros. El deseo de mejorar los procesos productivos afecta tanto a la elaboración de información en las fases intermedias, un proyecto de arquitectura por ejemplo, como a la del producto final, siendo fundamental la disminución de la incertidumbre que afecta a las

sucesivas fases de traducción. Por ello, no basta con tratar de optimizar cada etapa intermedia, actuando injustificadamente como si fuese suficientemente independiente de las demás, sino que parece necesario replantearse el problema globalmente, incluso poniendo en duda las subdivisiones en capas tradicionales.

El dibujo asistido por ordenador, tal como se practica comúnmente hoy en día en la mayoría de las oficinas de arquitectura, es una "isla de automatización" [POLL1997], del mismo modo que lo son los análisis técnicos, la estimación de costes, la planificación de proyectos... Cada una de estas sub-tareas se ha ido automatizando parcialmente conforme ha estado a la venta la tecnología necesaria para hacerlo, pero lo ha hecho aisladamente, es decir sin que se optimizara el flujo de información entre ellas y sin determinar si el tamaño de esos flujos ponía en duda el esquema de división en subprocesos. Según [POLL1997], la solución que tiende a proponer la industria del CAAD (Diseño de Arquitectura Asistido por Computadora) para resolver ese aislamiento es el empleo de una única gran base de datos para cada proyecto, cuya información sea representada de modo visual, compartida por todos los/las agentes del diseño, incluido el/la cliente, que actuarán sobre ella de modo concurrente. Esta solución es simplemente el reflejo de la ambición por conseguir una simulación completa y precisa de una construcción, antes de llevarla a cabo, un modo de poner a prueba simbólicamente el objeto en su contexto. La elaboración de un modelo global permitiría disminuir la incertidumbre y resolver algunas de las ineficiencias más típicas del proceso de diseño, evitando que la información resulte incompleta o duplicada, facilitando la comunicación mutua entre los distintos profesionales participantes en el proceso, y de estos con el/la cliente. Se puede asumir que no resulte posible documentar completamente cualquier proyecto de arquitectura, especialmente empleando los medios convencionales, pero hay que considerar que si la documentación resulta demasiado inconsistente o ambigua, como sucede con cierta frecuencia, el coste real de la construcción aumentará mucho respecto al importe inicialmente mal presupuestado. Para que el uso de un modelo que englobara múltiples aspectos llegara a ser una solución factible, sería imprescindible que el coste de su

elaboración fuera accesible, tanto en medios informáticos como humanos, para una oficina y un proyecto típicos.

Lo que se necesita realmente para organizar la interconexión entre las islas de automatización es un sistema capaz de integrarse en la fase de diseño a todos los niveles, no se trata de elaborar un modelo informático bastante general a continuación de una fase de *invención* no asistida por el ordenador, sino que ambos procesos deben solaparse. La ayuda de las computadoras en este proceso integrado debería evitar, por ejemplo, que los participantes en el diseño eligiesen soluciones inapropiadas por disponer de un conocimiento limitado del problema que no les permite elegir entre todas las opciones disponibles. Esto es lo mismo que utilizar el argumento de la eficacia para justificar el anti-clasicismo: entre las mil alternativas posibles para solucionar un determinado problema, existe también la convencional, de acuerdo, pero elijámosla entre mil, después de haber sopesado las ventajas de las otras novecientas noventa y nueve, no antes [ZEVI1978]. Bruno Zevi lo indica explícitamente cuando apostilla que en urbanística, como en arquitectura, el lenguaje moderno abomina de los despilfarros económicos y culturales (¿despilfarros culturales?) para justificar la necesidad de reintegrar las diferentes funciones urbanas en una disposición diferente de la ciudad. En este mismo documento no es posible mantener aisladas las referencias a todo tipo de procesos análogos al tema principal, el diseño asistido por computadoras, y el lector/a percibirá frecuentemente el enmarañamiento y solapamiento de argumentos y contra-argumentos sobre expresionismo, funcionalismo, posmodernismo, racionalismo, relativismo, romanticismo... ¿Mostrando, quizás, lo que es un despilfarro cultural?.

El planteamiento expuesto arriba para organizar un sistema de CAAD basado en un modelo global, es sumamente general e idealista. La primera dificultad que se presenta es el hecho de que la definición de un problema de diseño es a menudo incompleta, mal estructurada, inconsistente, e incluso susceptible de cambio durante el proceso de elaboración de dicho diseño, El significado exacto de los términos empleados raramente está definido sin ambigüedades y menos aún formalmente estructurado [LEEW1999]. Es más, cabe preguntarse si tiene sentido ver el diseño arquitectónico como la solución

de un problema (p. 21), dado que su planteamiento se altera también dinámicamente, mientras dura el proceso, como consecuencia del desplazamiento del punto de vista y del marco de referencia perceptivo de cada agente del diseño. La división entre forma y contexto, que inicialmente podrían considerarse equivalentes a solución y problema, no es fija ni única para cualquier caso suficientemente complejo en el que no tengamos una descripción precisa de dicho contexto (la solución es imposible describirla unitariamente hasta que no sea *calculada*), y los diseñadores/as tienen tendencia a cambiarla: por ejemplo, al pretender reformar el método para calentar las teteras, al diseñar una tetera [ALEX1966]. Todo este entorno de incertidumbre favorece que los/las participantes intenten beneficiarse de las ambigüedades, procurando alcanzar sus propios objetivos, quedando el/la cliente como un actor/actriz secundario en medio de un entramado de valores difusos en conflicto. Si los criterios de decisión pudiesen hacerse explícitos, y el/la cliente dispusiera de las herramientas necesarias para controlar el proceso y comprender cada decisión, los conflictos podrían reducirse [POLL1997]. Esta es una propuesta operacional para intentar definir un criterio con el que evaluar la calidad de un diseño, devolviendo a el/la cliente parte del control del proceso constructivo, que ha ido perdiendo sucesivamente (p. 19). ¿Pero es realista creer que es posible hacer explícitos esos criterios de decisión?. Más aún, esta imagen se suele emborronar porque se da frecuentemente la circunstancia de que el/la cliente no es más que un intermediario/a frente al usuario/a final, bien porque se trata de un promotor/a, o bien porque el producto será usado por un gran número de personas con criterios de funcionalidad cambiantes, dispares e incluso contradictorios. Este último es precisamente el argumento favorito de quienes critican el funcionalismo estricto tachándolo de ingenuo. La funcionalidad es uno de los mecanismos que dotan de contenido semántico a los objetos que nos rodean, particularmente a los objetos y espacios arquitectónicos. El funcionalismo estricto es la tendencia a creer que esa asignación de significado es fija, absoluta y universal. Llegados a este punto, la esperanza de disponer de un criterio objetivo para evaluar la calidad funcional de un proyecto parece disolverse en un océano de imprecisiones.

Hay otro tipo de estrategia de carácter comercial, relacionada con la expuesta antes, y está basada en la medición y análisis de las preferencias de los consumidores/as (conjoint analysis): utilizar escenarios hipotéticos de decisión para medir las preferencias o percepciones individuales y predecir sus elecciones en otras situaciones. La evaluación previa de alternativas de diseño de un edificio o un espacio público depende en gran medida del éxito que tenga el diseñador/a al predecir el comportamiento de los usuarios/as y su nivel de satisfacción en tal entorno. Para facilitar tal tarea, y evitar el recurso a estrategias de psicología o sociología caseras, en [DIJK1996] se expone el uso de un sistema de realidad virtual que permite observar el comportamiento del usuario/a en varios diseños hipotéticos. Las observaciones efectuadas son analizadas de modo que puedan extrapolarse supuestamente para evaluar diseños alternativos y predecir las reacciones del usuario/a, antes de que un edificio o espacio público sea construido. Desde luego, para confirmar la validez de esta clase de análisis sería necesario comprobar que las fluctuaciones del comportamiento de los consumidores/as respecto al comportamiento medio son pequeñas, de modo que todos los usuarios/as son aproximadamente mediocres, y que dichas fluctuaciones no pueden amplificarse hasta provocar un brusco cambio de estado del sistema cultural global y del comportamiento promedio, a través de una acción coherente de un grupo amplio de personas.

Ese método es una alternativa asistida por computadora a las estrategias de participación empleadas por Lucien Kroll [KROL1988]: en sucesivos proyectos de construcción de conjuntos de viviendas, colegios, edificios universitarios, etc. el equipo de L. Kroll ha promovido el diseño cooperativo, entrevistando a los futuros usuarios (habitantes, niños/as, universitarios/as...), invitándoles a debatir, a elaborar sus propios bocetos, a participar en discusiones con la propiedad, y organizando demostraciones públicas, para componer un sistema flexible de proyecto arquitectónico. De este modo, han comprobado lo inspirador que es trabajar, durante la fase creativa, con los heterogéneos puntos de vista de los/las residentes, incluyendo información sobre necesidades que suelen ser demasiado fácilmente ignoradas. Han redescubierto la copiosa variedad con la que una red de grupos sociales moldea su medio ambiente,

cómo las relaciones de atracción y aversión entre los diferentes usuarios/as crean un espacio urbano más *real* que ninguno creado sobre papel. El único requerimiento que esperan que sea respetado por los/las participantes, o que emerja autónomamente del proceso de sucesivas negociaciones, es el de la solidaridad vecinal: el efecto global del diseño urbano es más importante que los edificios individuales, hay que procurar trascender el objeto homogéneo y aislado para establecer una conexión con la vecindad. Con esta visión naturalista del desarrollo urbano, definido por las relaciones sociales de diversas personas reunidas irregular y orgánicamente, y actuando en estrecha cooperación, pretenden recuperar el "animalismo urbano", perdido durante generaciones, y superar los fríos mecanismos de los apóstoles del movimiento moderno. Incluso han ido más allá, reintegrando a los sujetos pasivos del diseño no sólo en la fase de proyecto, sino en la propia construcción: los niños/as decoran las paredes de colegios y guarderías, los trabajadores/as completan parte de los edificios de acuerdo con sus propios gustos, los ingenieros/as de acondicionamiento crean formas escultóricas con los tubos de aire, los/las residentes hacen extensiones de sus propias viviendas, los universitarios/as organizan sus alojamientos conforme a sus necesidades o deseos, o participan en la construcción de un jardín indisciplinado usando cualquier cosa que puedan encontrar y reutilizando escombros de otras construcciones. Estos últimos ejemplos tratan sobre la utilidad de alterar la segmentación convencional del proceso constructivo entre el/la agente promotor, el/la agente constructor y el diseñador/a (quedando fuera el usuario/a), intercambiando o entremezclando sus papeles (incluido el del proveedor/a de los materiales de construcción), para evitar los defectos derivados de dicha división de poderes. Evidentemente, estas actividades están emparentadas con el método constructivo más tradicional y de más amplia aplicación en el mundo: la auto-construcción de viviendas (p. 19), la "arquitectura sin arquitectos".

La pregunta que formula Lucien Kroll es si los arquitectos/as y las posibilidades tecnológicas pueden sostener este tipo de acciones, o si las restringen. Particularmente, existen iniciativas comerciales en diversos ámbitos para vender productos a la carta: el/la cliente puede elegir variaciones sobre el

artículo deseado entre un menú relativamente limitado de posibilidades. Kroll afirma también que a la hora de juzgar un proyecto propio ya construido, uno más o menos sabe lo que "no debería haber hecho", pero no necesariamente lo que "debería haber hecho". Desde luego, resulta difícil proponer constructivamente soluciones a problemas ambiguamente planteados, dado que siempre parece posible encontrar un punto de vista desde el que resulten inconsistentes. Precisamente las propuestas participativas del tipo de las expuestas antes son esencialmente débiles, al pretender ser especialmente dúctiles, y de este modo son usadas frecuentemente por estrategias político-comerciales como argumentos demagógicos para defender casi cualquier tipo de intereses. Esta debilidad podría denominarse el efecto Brubaker (drama carcelario dirigido por Stuart Rosenberg en 1980), en honor del alcaide de una prisión autogestionada ficticia que convivió con los presos antes de tomar posesión de su cargo, haciéndose pasar por uno de ellos para conocer sus problemas directamente. Uno de los *presos de confianza*, particularmente sarcástico, no veía las originales iniciativas renovadoras de Brubaker esencialmente distintas a las del anterior alcaide, que encargó nuevos uniformes para los presos nada más llegar, pero posteriormente no pudo, o no quiso, gobernar la prisión sin evitar la corrupción.

En el caso de la Universidad de Oregón [ALEX1975], el equipo de Christopher Alexander propuso la utilización experimental de un plan general, definido en forma de proceso, para prevenir los defectos derivados de la aplicación de los rígidos planes generales, usados típicamente como instrumentos de política urbana (1.6). Ese proceso debía ajustarse a seis principios básicos que, particularmente, exigían que el diseño estuviera en manos de los usuarios/as, que estos se guiaran mediante una colección compartida de principios de planificación (*patterns*, p. 34) y que el proyecto total se dividiera en *pequeñas dosis* (1.5) para favorecer la implicación de dichos usuarios/as. La idea clave era la suposición de que sólo la propia gente que forma parte de una comunidad es capaz de dirigir un proceso de crecimiento orgánico, caracterizado por un equilibrio perfecto entre las partes y el todo. En este caso, optaron por un tipo intermedio de participación, en el que los edificios

serían contruidos por arquitectos/as y constructores/as, pero diseñados por los usuarios/as: ellos/as conocen como nadie sus necesidades, y su propia implicación es una aspiración humana fundamental. En [ALEX1971], C. Alexander reconoce lo difícil que resulta estimar las necesidades de la gente simplemente preguntándoles u observándoles desde fuera, y culpa de ello al hecho de que el concepto de necesidad no está bien definido. Por ello, propone sustituir la idea de necesidad por la idea de lo que "la gente está tratando de hacer", es decir, por un conjunto de tendencias en conflicto. Las relaciones geométricas entre las partes de un diseño que permitieran aliviar esos conflictos, equilibrando las tendencias, estarían codificadas en el lenguaje de *patterns* compartido, que serviría además, por tanto, como sistema de comunicación convencional entre todos los/las participantes en el proyecto.

La arquitectura es necesariamente compleja y contradictoria [VENT1966] porque es interpretada dentro de diversos marcos de referencia o a niveles de abstracción diferentes: necesidades de programa, estructura, equipo mecánico y expresión, integración en el contexto y en el planeamiento urbano y regional... Ni siquiera esos puntos de vista constituyen un conjunto estable, y es posible descubrir aspectos o significados nuevos, sobre la marcha. El enfrentamiento entre las diversas visiones, dinámicamente variables, aparentemente irreducibles, de los/las agentes del diseño, genera una enorme conflictividad. Los aspectos expuestos hasta ahora muestran algunas de las dificultades que se presentan al intentar establecer un marco de referencia absoluto, a partir del cual estructurar un sistema global de diseño, tanto si es asistido por computadoras como si no lo es. Resulta difícil definir objetivamente qué es la información específica de este tema, cómo se debe organizar y analizar, y cómo se relaciona con el procesamiento mental que realiza un diseñador/a mientras proyecta. Pero está claro que es necesario crear estructuras formales de información para programar las computadoras. Para ello habrá que buscar respuestas a preguntas como: ¿en qué consiste el conocimiento de un arquitecto experto o de una arquitecta experta (o de cualquier otro/a participante en el diseño)? ¿cómo codificarlo? ¿qué sub-tareas del proceso de diseño son mecanizables? ¿cómo programarlas?... Y al mismo tiempo, habrá que evitar que el esfuerzo por enfocar

un problema de diseño de tal manera que los ordenadores puedan resolverlo, deforme nuestra visión del asunto: ¿son sólo codificables los aspectos del problema más banales y menos significativos, como afirma Christopher Alexander en [ALEX1971]?



La Arquitectura popular, por su condición de estricta funcionalidad, es la única que presenta caracteres claramente diferenciados, no ya nacionales, sino regionales. La región, que puede incluir en su área geográfica varios países o ser una parte mínima de uno de estos, se define porque dentro de ella se mantienen condiciones análogas de clima, cultivos, etc.; que dan lugar a maneras de vivir semejantes. Su Arquitectura es producto de la experiencia en la lucha contra las inclemencias del clima y del empleo de materiales locales y económicos, y su objeto es adaptarse lo mejor posible a las necesidades habituales de la vida en la región. Es, pues, una Arquitectura natural, en la que no intervienen generalmente arquitectos titulados, a la que se llega por el mismo procedimiento de tanteos y fracasos que emplea la naturaleza para obtener sus estructuras. [CAND1985]



Un sistema induce restricciones sobre un proceso cuando, a causa de su inflexibilidad, impide que los usuarios/as estructuren su trabajo y sus procesos mentales de forma apropiada al problema que pretenden resolver, al obligarles a adaptarse a la herramienta que están utilizando.

na, organizado

El pensamiento: casi le tronchó la risa azulera el día que le contaron que... El crecimiento urbano puede ser analizado más apropiadamente si es representado no como una estratificación temporal de equilibrios sucesivos sino como un sistema inestable que evoluciona a través de cambios irreversibles

Modernamente se ha asignado un papel particularmente crucial al programa arquitectónico. Se ha asumido que un conjunto abstracto de predicados podría ser formulado previamente al trabajo arquitectónico e independientemente de él, y que entonces la tarea del diseñador/a sería satisfacer esos predicados lo más completa y eficientemente que fuese posible. Este punto de vista parece un poco inocente ahora, dado que concibe los sistemas sociales de un modo irrealmente estático, asumiendo una consistencia lógica que puede ser ilusoria, e ignora la tendencia de los edificios a cambiar los patrones para acomodar los cuales fueron diseñados. Pero los predicados del programa todavía proporcionan un importante punto de inicio para el razonamiento crítico sobre las posibilidades arquitectónicas.

... Podemos ensamblar hechos explícitos y reglas sobre cómo funcionan los símbolos en una cultura particular, y podemos extraer útiles conclusiones críticas a partir de ello, pero sería temerario asumir que cualquier conjunto de tales conclusiones agote el significado de una propuesta arquitectónica. En particular, las cerradas y artificiales bases de conocimientos mantenidas por los sistemas de computadoras, en oposición a las bases de conocimientos de los críticos humanos que participan en una cultura, probablemente sólo proporcionen crudas aproximaciones al significado arquitectónico. [MITC1990]

LA SALA INTERACTIVA. Una pequeña sala con una gran pantalla y 50 butacas sirve para calibrar con más precisión que los audímetros los gustos de la gente. Es un invento para hacer análisis de audiencias. En la pantalla se exhiben películas y programas de televisión. Cuando comienza la proyección, cada uno de estos 50 espectadores tiene en sus manos una poderosa palanquita: si la mueve hacia delante quiere decir que le gusta lo que está viendo, si la mueve hacia atrás es que no le gusta. Esos movimientos son centralizados por un ordenador, que va dibujando una curva con los momentos de más éxito y los de mayor aburrimiento. No sólo eso. Los 50 del público también están seleccionados para que representen el conjunto de la sociedad. Las butacas están numeradas. El ordenador sabe quién mueve cada mando. Así, el cerebro electrónico dice también qué es lo que les ha gustado a las mujeres, a los hombres, a los jóvenes, a los mayores, a los universitarios... Después, una entrevista en grupo permitirá conocer el porqué de esos gustos, y qué le gustaría a cada uno que pasara o cambiara en la película o programa.

Así, los productores y guionistas saben a qué atenerse, qué historias meter, cómo hacer evolucionar a los personajes, cómo desarrollar las historias de forma que, más o menos, no decepcionen al público.

AUDÍMETROS. 2.800 casas españolas acogen 4.000 aparatos llamados audímetros, conectados a los televisores y a la línea telefónica. El cacharro, colocado por la empresa, registra qué miembro de la familia conecta el televisor y qué programas se están viendo y durante cuánto tiempo. Esas familias están cuidadosamente seleccionadas -por comunidades autónomas, edades, sexo, estudios, ingresos económicos-, de modo que representen el total de la población con más de cuatro años. Es el mismo sistema de las encuestas, de los sondeos, de forma que se puedan sacar conclusiones generales a partir de una muestra representativa, de un grupo variado de gente. Así se determinan los niveles de

El Feng shui, también conocido como geomancia China, es una antigua técnica que, entre otras cosas, determina la calidad de las distribuciones interiores de las viviendas conforme a determinadas reglas prácticas. Algunas de estas normas heurísticas parecen estar basadas en el sentido común, o en apreciaciones psicológicas o sociológicas sobre los habitantes de las viviendas. Otras parecen más bien ser simples supersticiones. Hay varias sectas feng shui distintas que pueden contradecirse mutuamente, o poner énfasis en aspectos diferentes...

Si la meteorología es incapaz de acreditarse como centinela de lo más inmediato, a la economía, en su grado más alto, le viene ocurriendo igual.

En 1923, se publicó el texto 'Del caballete a la máquina', del constructivista soviético Nikolai Tarabukin, el cual consideraba por completo terminada la pintura tradicional y la conveniencia de su sustitución por un arte maquinista, técnico, ingenieril, absolutamente utilitario. Ese mismo año, Fernand Léger publicó el artículo 'La estética de la máquina: el objeto fabricado, el artesano y el artista', donde, de forma más tímida y matizada, se exaltaba asimismo el superior valor artístico de la tecnología industrial. En realidad, la fascinación maquinista estaba entonces a la orden del día y sólo era comparada. Hoy en día no son los productores, ni los diseñadores los que deciden cómo se proyecta, sino los grupos de marketing. Me he encontrado muchas veces con estas personas y me dicen "esto no se venderá". Ante este argumento no se puede rebatir nada.

industria cinematográfica. determinado". En 1936, Walter Benjamin publicó 'La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica', donde advierte de la pérdida del aura, que acaece cuando la obra artística sustituye su valor cultural por su valor exhibitivo; esto es: deja de ser única y concreta para devenir múltiple y abstracta. Con este énfasis en lo tecnológico y lo exhibitivo, que a fines del siglo XX no ha hecho sino aumentar, se modifica profundamente el sentido del arte.

películas de vanguardia y de ficción, de los años veinte y... puesto que estudia las energías de los lugares y la relación que tienen con las personas que viven en ellos, busca la máxima armonía, o también que la luz natural, resbalando cual masa luminosa por los tegumentos metálicos, materialice el valor esencial de los espacios. El reverso es poderoso. "La capacidad para destruir un planeta es insignificante al lado del poder de La Fuerza", decía el bueno, perdón, el malo de Vader.



Los hermanos Marx probaban durante un año en teatros recorriendo Estados Unidos y luego escogían los mejores chistes, los que mejor funcionaban, y los rodaban para las películas. Eso ya parece presa del desencanto y lamenta que los proyectos no se rijan por "objetivos sociales" que permitirían "una remodelación real y profunda". "El ins-

Calificar al uso de sólidos geométricos puros de "matemático" es totalmente simplista. Si se observa con detenimiento, se pueden descubrir unos pocos principios implícitos, deducidos de los propios edificios. Uno de estos es la inversión de jerarquías: "estructuras construidas a gran escala que sólo son naturales a pequeña escala, que parecen fuera de lugar, y por tanto novedosas". Razonando de este modo, se producen pirámides gigantes y cajas rectangulares que son sólidos Platónicos puros. Construir estructuras desnaturalizadas para impresionar a la gente recuerda a los antiguos Egipcios, y definitivamente no está limitado a los arquitectos del siglo veinte... Con la inversión de jerarquías, los monótonos patrones definidos por los edificios y calles modernos son sólo visibles desde un avión. (SALI2001)

"La democracia no es tan democrática como parece."

...conectados por todo tipo de terminales informáticas (...), lo cual creará excitantes y nuevas ocasiones de elección para los consumidores".

...otros), y cuando entre el anejo de la cámara y la estereopección de los fuera de hay posibilidad de distinción es Liga de Campeones. Y

la pobreza y el desarrollo de las megaciudades. Según Naciones Unidas, si en 1960 había dos megapolis y actualmente 17, para el 2015 probablemente habrá 26, de las que 22 estarán en los países pobres. También proponen un debate sobre si la Tierra es capaz de soportar el crecimiento actual.

Se considera plagio la acción de copiar o imitar fraudulentamente algo ajeno, especialmente en el mundo de la literatura y el arte. La cuestión es delimitar en ese mundo qué es y qué no es plagio. De cuando en cuando, aparece gente que denuncia a un escritor o artista conocido y se entabla un cruce de ofensas y defensas e, incluso, un juicio. Pero la verdad es que, aparte del morbo, estas denuncias no tienen otro fundamento que la apreciación personal, salvo que se trate de una copia literal de un texto, y eso es, justamente, lo que casi nunca sucede. En unos cuantos casos, la acusación trata de demostrar que el plagiario ha tomado su texto y ha efectuado leves modificaciones para evitar la literalidad.

ADIVINACIÓN DEL PRESENTE ADIVINACIÓN DEL FUTURO PASADO Y FUTURO

SOLUCIÓN A SUS PROBLEMAS DE AMOR, TRABAJO, SALUD, NEGOCIOS, QUITO MAL DE OJO (res) en una ciudad fantasma en donde miles de niños juegan con la muerte esnifando pegamento (y cuando pueden cocaína) y arriesgando su vida por unos pocos pesos. Aun así y en medio de ese "no

sea que la democracia no es tan democrática como parece.

...año en que el mundo ha dado menos, en ayuda a otros países, de los últimos 50 años. Es un mito que el Primer Mundo esté dando nada.

My Taylor is rich ... no es necesariamente malo organizar el trabajo inteligentemente -realmente la eficiencia lo demanda. La metodología de Taylor fue considerablemente más lejos: él previno la posibilidad de que la tarea se organizase a sí misma y desarrollase una relación amistosa con la tarea vecina sin la intervención de la oficina central. Es una cuestión de poder, dado que de esta manera, el trabajo podía ser subordinado a la máquina y al beneficio. Y a partir de ese momento, las máquinas no fueron diseñadas para ser amistosas con el usuario. [KROL1983]

tortugas y los delfines, los trabajadores industriales norteamericanos, los niños esclavos de Asia, los bosques tropicales, mayoría la acusación se refiere sobre todo al asunto y a semejanzas de estructura o de personajes. Y aquí empieza el problema: ¿qué asunto, estructura, idea o historia no proviene de otra?

Es útil distinguir entre patrones abstractos en una planta, y patrones que pueden ser percibidos en las fachadas de edificios, paredes y pavimentos. Sólo los últimos influyen en los seres humanos directamente, puesto que son vistos y experimentados instantáneamente. Las simetrías en el plano de un edificio no son siempre observables, incluso aunque el artefacto sea una plaza abierta, debido a la perspectiva, la posición, y el tamaño de un ser humano. En un edificio típico con paredes, el patrón de su planta está extremadamente oculto de la vista por la estructura construida, desplegada por el otro bando resultaron insuficientes frente a quienes saben emplear la tecnología y tienen un modo de organización flexible, informal y no jerárquico. Los gobiernos y las transnacionales hacen un esfuerzo pero siguen siendo organizaciones tradicionales.

países. Decir que la democracia es lo mejor en un mundo con 1.500 millones de personas con menos de un dólar diario para vivir, para mí es un lenguaje que ya no comunica sentido, sino intenciones.

Muchos arquitectos dicen que la belleza o la fealdad de una vía pública depende de que sus edificios permitan o no trazar visualmente una recta imaginaria que iguale sus cornisas. Si tal juicio es

Es frecuente ver en sus fachadas desniveles de alturas entre edificios contiguos, que dejan abiertos vanos y murallones lisos que astillan con sus quiebros la continuidad del espacio construido. La indisciplina urbanística, o el mal gusto, provocan tales desajustes. Los contornos de las gasolinerías suelen exhibirlos.

más, que el Gobierno de Estados Unidos siga negándose a intervenir para proteger la privacidad de los internautas y confíe en una falaz autorregulación de las empresas es un serio motivo de preocupación.

...Apostando por una ciudad donde no exista segregación de usos, y las distancias se minimicen de manera física y no tecnológica.

...tas como los factores que inciden en la sostenibilidad del planeta: el desequilibrio entre la población y los recursos, el aumento de la pobreza, el desarrollo de las megaciudades, la plaga del sida y la importancia de la educación y de la planificación familiar, entre otros. Según los cálculos de la ONU, el próximo octubre alcanzaremos los seis billones de habitantes.

Es más fácil instalar ordenadores por doquier que integrarlos de manera útil en los procesos sociales. Y esto no vale sólo para la educación.

la pintura, se adentra por la exploración con dibujos automáticos de gran influencia informalista y, el pop, las formulaciones figurativas de los setenta, la reconstrucción de las imágenes a través de medios mecánicos de reproducción, y en los ochenta, nuevas imágenes abstractas. Se desarrolla un vocabulario de signos herederos de la escritura automática. Sigue en esta línea el camino trazado antes por los surrealistas.

... es un ejemplo más de que cualquier producto expuesto al público, incluso a pesar de que sea degenerado, chapucero o simplemente inútil, será consumido por un cierto número de personas (grande o pequeño, en función del precio)

Los empresarios hablaron de buscar la rentabilidad de forma realista, en lugar de centrarse, como hasta ahora, en buscar dinero en la Bolsa sin tener perspectivas reales de ingresos.

La tradición es algo que existe en el arte como en otras muchas facetas de la vida y, como su propio nombre indica, se nutre de aportaciones que siempre tienen en cuenta las anteriores para modificarlas de modo activo y eficiente.

...entrando en el nuevo milenio, no es el temor del apocalipsis el que debería preocuparnos, sino las posibilidades ilimitadas del progreso humano. El manifiesto lamenta la influencia persistente del pensamiento anticientífico, antimoderno, incluido el del fundamentalismo religioso, y del postmodernismo, una doctrina que niega toda objetividad a la ciencia y sataniza con frecuencia la tecnología."

- 1. Western.
- 2. Fantasia/C
- 3. Comedia.
- 4. Terror/Suspense.
- 5. Solo los fines de semana
- 6. Esporadicamente.
- 7. Fascículo
- 8. Ordenador P
- 9. Lector de CD
- 10. Lector de CD
- 11. Aparato de vide
- 12. Horno microon
- 13. Otros.
- 14. En general
- 15. Ama de casa. e títulos.
- 16. Jubilado/a.
- 17. Estoy en paro. nzamiento.
- 18. obra.
- 19. cambio del producto.
- 20. 4. De 11 a 1
- 21. 5. De 16 a 2
- 22. Más de 2

fotocopia de mis obras. La el tiempo se desvanece, no se firma y no tiene valor comercial. No es necesario exponer siempre los originales, el recuerdo.

SOLUCIÓN A SUS PROBLEMAS DE AMOR, TRABAJO, SALUD, NEGOCIOS, QUITO MAL DE OJO

1.2. descomposición de sistemas

En una entrevista de mayo de 1971 [ALEX1971], Christopher Alexander expresaba su creencia apasionada en que la misma gente puede diseñar sus edificios y en la importancia de la información. Al mismo tiempo, se mostraba desconcertado porque ambas ideas se juntaran bajo la rúbrica de "metodología de diseño", porque debiera llamarse así la simple idea de que la gente diseñe sus propios edificios. C. Alexander ridiculizaba, incluso, lo que se denominaba "métodos de diseño" porque, en su opinión, se habían transformado en un juego intelectual lejano de la realidad cotidiana, perdiendo de vista la motivación por hacer mejores edificios y mejores ciudades. Desconfiaba también de las técnicas para evaluar diseños y de la pretensión e insistencia de los *gráficos por computadora*, y afirmaba que la mayor parte de las dificultades de diseño no son de índole computable. Él reconocía que la "metodología de diseño" había ayudado a resolver problemas increíblemente terrenos, pero afirmaba que ningún método existente podía iluminar la clase de dificultades morfológicas que tienes mientras tratas de "fusionar tus visiones para crear formas".

C. Alexander es realmente un personaje contradictorio: pese a opinar del modo descrito antes, está considerado como un teórico importante en métodos de diseño, y sus ideas han tenido repercusión en diferentes campos (diseño de componentes industriales, diseño de software... aunque seguramente no demasiada en las escuelas de arquitectura). No sólo rechaza la metodología, sino que también expone la incompatibilidad de los sistemas de planeamiento urbano convencionales con sus planteamientos globales en [ALEX1987], y por motivos semejantes. Parece que C. Alexander considera que el tipo de metodología que critica no es capaz de funcionar de un modo flexible y adaptable, y que por tanto es incompatible con el comportamiento de los seres humanos. Probablemente tenga una visión demasiado estrecha de lo que podría hacer "un ejército de empleados estúpidos y completamente faltos de iniciativa" convenientemente programados (un símil de un método algorítmico: un proceso ejecutado conforme a un sistema de reglas determinado). Sin embargo, la mayor parte de sus ideas están descritas como métodos o conjuntos de reglas, como

una manera de ser preciso. Incluso, afirma que si comprendes real y totalmente una buena obra de arquitectura serás capaz de especificar un proceso paso-a-paso que siempre conducirá a la creación de una obra semejante. Creo que estas frases señalan dos puntos de vista diferentes desde los que observar las ideas de C. Alexander, y muestran también cómo las proyecciones visibles desde cada uno de ellos parecen contradictorias. El conflicto entre racionalidad e irracionalidad, entre método e intuición, etc. es la ocupación tradicional de la ciencia (el epílogo de [ALEX1966] contiene una parábola dedicada a ello), y, en este caso, se refiere a uno de los temas de investigación y debate más interesantes de la actualidad: los límites de la inteligencia artificial. Desde luego, sólo quien se preocupa por analizar el proceso realizado al diseñar, como C. Alexander, tiene crédito para argumentar sobre sus limitaciones o sobre el sentido de tal tipo de análisis. Quien lo acepta sin reflexión como una entidad esencial, desprovista de estructura, tal como un don misterioso, no tiene argumentos y reduce el dilema a una cuestión de fe.

Pero C. Alexander no sólo habla de las limitaciones de las computadoras, también se refiere a las limitaciones cognoscitivas y creadoras de los seres humanos al afirmar que pese a que los problemas funcionales son cada vez menos simples, rara vez los diseñadores/as confiesen su incapacidad para resolverlos: "cuando el diseñador no comprende un problema con la suficiente claridad para dar con el orden que realmente exige, se vuelve hacia algún orden formal escogido arbitrariamente y el problema, en razón de su complejidad permanece sin solución." Afirma también en [ALEX1966] que en muchas ocasiones, incluso, se utiliza la palabra "lógica" para referirse a este tipo de formalismos, funcionalmente ineficaces, no relacionados con las necesidades y fuerzas que aceptamos en el mundo real. Esto no sólo afecta a la arquitectura clásica, sino que es característico también, con menos descaro pero con más hipocresía, a veces, de la arquitectura moderna supuestamente *racionalista*. En definitiva, no pretendo presentar una imagen coherente de C. Alexander, juntando algunos de sus textos, rellenando algunos huecos y dejando que el lector/a rellene los restantes, una tarea imposible en cualquier caso. Más bien trato de presentar otra serie de argumentos y contra-argumentos sobre los

asuntos ya expuestos en 1.1. En los párrafos siguientes intentaré aclarar el interés de su trabajo para el tema de esta tesis: el análisis semi-formal de la descomposición de sistemas en subsistemas, aprovechando que "las matemáticas modernas se ocupan al menos tanto de problemas de orden y relación como de problemas de magnitud".

El objetivo de Christopher Alexander era crear edificios o entornos urbanos con el mismo tipo de belleza que tenían la arquitectura y las ciudades tradicionales, y que no tienen las actuales. Para ello pretendía descubrir las bases mismas de esos objetos bien hechos y hermosos, analizando el modo en que se elaboraban en las "culturas inconscientes de sí mismas" (como se verá más adelante, asume que uno de los rasgos característicos de tales culturas es que los propios usuarios auto-construyen y reparan sus viviendas, p. 19):

Denominaré inconsciente de sí misma a aquella cultura cuya elaboración de formas es aprendida mediante pura práctica, a través de la imitación y la corrección. Y diré que una cultura es consciente de sí misma si en ella la elaboración de formas se enseña académicamente, con arreglo a normas explícitas.
[ALEX1966]

Para evaluar explícitamente la calidad de un diseño, C. Alexander propone trazar una lista de variables binarias, cada una de las cuales designe algún desajuste potencial que pueda producirse entre la forma y el contexto (por ejemplo: "la aldea y las casas individuales deben estar protegidas contra el fuego", o "mejores instalaciones para la preparación de las comidas"...). El considera (como Lucien Kroll en la p. 11) que nos resultaría casi imposible caracterizar una casa que se ajusta a su contexto, pero que, sin embargo, es lo más fácil del mundo enumerar los tipos específicos de desajuste que impiden un buen ajuste. Es éste el punto débil del argumento, ya que el problema ahora es confeccionar dicha lista, que debe codificar el programa de cada diseño: ¿es posible capturar todos los desajustes posibles con un número finito de variables?, ¿es posible conocerlos de antemano?, ¿es posible asignar objetivamente un valor binario a cada variable? ... ¿o habría que hacer una encuesta entre los/las agentes del diseño y los/las habitantes?, ¿es la objetividad un promedio entre-subjetividades?... Supongamos que es posible

elaborar la lista, limitándonos a tomar las relaciones entre forma y contexto que se imponen con más fuerza, las que más evidentemente reclaman nuestra atención, y que trazamos los vínculos causales que correlacionan las variables entre sí, para obtener una estructura en forma de grafo. C. Alexander acepta que cualquier lista de errores o desajustes nunca podrá llamarse debidamente completa, y que tiene, necesariamente, algo de sabor personal. Así mismo, reconoce que la búsqueda de relaciones causales entre las variables exige interpretación, lo cual introduce una propensión subjetiva. Para reducir las posibles distorsiones derivadas de estas debilidades del proceso, hay que asegurarse de que los desajustes elegidos sean tan específicos, detallados, numerosos y mutuamente independientes como sea posible. Es decir, hay que procurar que el alcance, el *tamaño de grano*, correspondiente a cada uno sea muy pequeño, y que aproximadamente sea el mismo para todos. Esta lista casi nunca se redacta explícitamente, pero podemos considerarla como una representación implícita de los desajustes y conexiones que pueden percibir, en cada caso particular, el equipo de diseño conjuntamente, o el primitivo creador de formas. Las variables y relaciones causales que pudiesen existir y no sean percibidas por ellos/as no tienen importancia, puesto que no afectarán al proceso de modificación de la forma o al diseño.

Dado un grafo como el descrito, podemos investigar el comportamiento dinámico de las variables de desajuste causado por la acción de los/las agentes al modificar el diseño: cada cambio que altere el contenido de una de ellas repercutirá en las variables relacionadas causalmente con ella: "... dos requisitos actúan entre sí (y por lo tanto están ligados), si lo que uno hace a propósito de uno de ellos en un diseño, hace que resulte más fácil o más difícil hacer cualquier cosa respecto del otro". Como no todas las variables estarán conectadas con igual fuerza, siempre habrá subsistemas que puedan, en principio, actuar en forma bastante independiente. Esta es la descomposición natural del sistema, la más apropiada para cada forma de percibir el problema. Esos subsistemas básicos separados por *líneas de fractura*, podrían descubrirse minimizando la dependencia informativa (restricciones) entre los diferentes subconjuntos de variables (C. Alexander propone un método para obtener tal

descomposición en casos simplificados basado en la medida de información de Shannon-Wiener [SHAN1948]). C. Alexander apunta que si un sistema de este tipo está inicialmente en un estado de equilibrio y se produce un desajuste en alguna de las variables, la velocidad a la que el sistema de variables, dinamizado por la acción de los/las agentes, se adapta para alcanzar otro estado de equilibrio depende de la densidad de interconexiones, de tal modo que sólo es capaz de estabilizarse en un tiempo razonable si el número de variables es suficientemente pequeño y si las conexiones no son excesivamente vivas (para comunicar esta idea, expone una analogía entre el comportamiento del conjunto de variables y el comportamiento supuestamente previsible de un sistema de cien luces interrelacionadas mediante ciertas reglas de encendido-apagado, es decir, una visión primitiva y poco sofisticada de un autómatas celular). Estas condiciones se dan cuando se produce una inestabilidad en un sólo subsistema, de modo que éste se readaptaría aceptablemente rápido, sin perturbar notoriamente el estado de equilibrio de los restantes subsistemas. La hipótesis de C. Alexander para desentrañar el secreto de la eficacia del mítico darwinismo arquitectónico, es que las acciones de los creadores de formas en las "culturas inconscientes de sí mismas" permiten que los subsistemas del sistema de desajuste actúen independientemente. Quizás más importante que esto, y causa de ello, es que el número de desajustes simultáneos es pequeño (afectan a un subsistema cada vez, según C. Alexander), con lo que el conjunto tiende a estabilizarse más rápido que a desajustarse. El sistema permanece siempre en un estado próximo al equilibrio por la influencia de varios factores:

- La tradición: resistencia al cambio de las costumbres comunes en un grupo social, al estar compuesto de muchos individuos. Esta inercia cultural está favorecida por la simpleza de mitos y tabúes, y por el limitado número de interconexiones del sistema social mediante las que transmitir las perturbaciones culturales, contrarrestando que los grupos estén constituidos por pocos individuos en comparación con lo que sucede actualmente.
- Inmediatez de la respuesta: el propietario es su propio constructor, los materiales están al alcance de la mano, y su uso es su propia responsabilidad, de modo que puede reorganizar inmediatamente los

detalles insatisfactorios de su vivienda: "construir y reparar son cosas cotidianas". Este sensible método de realimentación, sin interfaces que ralenticen el proceso, está amortiguado por la tradición, evitando que los cambios se propaguen sin control a otros aspectos de la forma.

En resumen, prescindiendo un poco de la hipótesis de C. Alexander, la levedad de las interconexiones culturales y sociales es lo que determina la resistencia al cambio en las culturas primitivas, y su cuasi-reversibilidad, al evolucionar entre estados cuasi-estáticos. En dichas culturas, la red de relaciones entre desajustes percibida por cada *diseñador* debía ser bastante simple: los objetos que podían controlar eran más sencillos y menos numerosos que en la actualidad, y las conexiones, en muchos casos, no estaban determinadas por la causalidad sino por mitos y supersticiones, como mucho lejanamente inspiradas en relaciones causales (incidentalmente, un sistema computacional que codifica las normas del feng shui para diseñar la distribución interior de viviendas es descrito en [GOME1999]). Abusando de la analogía con los sistemas físicos, la irreversibilidad estaría asociada sólo a los casos en los que aumente el número de desajustes y el número de correlaciones percibidos por el *diseñador/a*. Realmente, aquí estoy mostrando una visión que diverge ligeramente de la de C. Alexander: él parece presuponer que cada problema de diseño tiene una existencia absoluta, no relacionada con la percepción particular de ningún/a agente diseñador, y cuando habla de subsistemas se refiere a los componentes estructurales de ese problema esencial. Sin embargo, es inútil hacer conjeturas sobre cómo evolucionaría ese sistema total por sí sólo, como si tendiera a ajustarse automáticamente, dado que las partes del sistema que no sean observadas por los/las agentes del diseño no restringen el proceso dinámico de modificación de la forma, ni determinan cuándo se ha alcanzado un estado de equilibrio. Las variables no percibidas no afectan a la evolución del sistema, tanto si están desajustadas como si no lo están. Así pues, lo que hay que considerar es sólo el sub-problema observado, y el modo en que este subconjunto de requisitos se altera al interactuar con otro sistema más general: el socio-cultural. Esto plantea un nuevo elemento de incertidumbre: ¿hasta qué punto se reorganiza la descomposición-*más-adecuada*-en-subsistemas al

cambiar el sub-problema percibido?. Pero todavía hay más, aún en las frases anteriores se supone implícitamente que existe un sub-problema que representa totalmente cómo percibe la cuestión el equipo diseñador conjuntamente, y que determina la evolución del proceso de diseño. Sin embargo, tal vez esa idealización sea poco aproximada, dado que el subconjunto de desajustes observables podría cambiar sustancial e imprevisiblemente en el proceso, al modificarse el punto de vista de los/las agentes del diseño. Estas son las razones por las que, en la página 8, se cuestionaba la utilidad de ver el diseño arquitectónico como el proceso de solucionar un problema (en la p. 173 se expondrá un planteamiento quizás más realista sobre este tema). El resto de este capítulo continuará describiendo algunas hipótesis de Alexander, aunque ajustadas al concepto de problema-observado-por-el-equipo-de-diseñadores/as, es decir, dando por supuesto que tiene suficiente estabilidad y entidad como para referirse a ello.

El proceso de creación y modificación de formas en las "culturas inconscientes de sí mismas", observado globalmente, puede asimilarse a un método algorítmico de diseño. Cada individuo que participa en el proceso no es consciente de ser observado por el público, "no es nada más que un agente", el organismo social puede entenderse como un conjunto no auto-consciente, y es precisamente la "conciencia de uno mismo" el punto caliente del debate sobre la computabilidad de la acción del cerebro humano [HOFS1979] [PENR1989] [PENR1994]. El nivel de auto-conciencia está asociado con la capacidad de adaptación, un nivel muy bajo se corresponde con rigidez para acomodarse a los cambios y poca aptitud para generar variaciones, dos características del modo de funcionamiento que, típicamente, llamamos mecánico. Basta observar que, individualmente, los rasgos más inconscientes de nuestro comportamiento son precisamente los hábitos más difíciles de cambiar. La distinción entre culturas "inconscientes de sí mismas" y "conscientes de sí mismas" es, por supuesto, una idealización, existen toda clase de grises intermedios. La cultura arquitectónica moderna, por ejemplo, está plagada de mitos y tabúes irracionales, empezando por la misma mitología racionalista. Para C. Alexander, "el desarrollo del individualismo arquitectónico constituye la más evidente manifestación del

momento en que la arquitectura comienza a convertirse en una disciplina consciente de sí misma" (como cuando los carpinteros de Samoa empezaron a introducir innovaciones y cambios personales en sus trabajos, con el objeto de atraer clientes que juzgarían dichos trabajos por su inventiva). A partir de ese momento, con el incremento de la complejidad de los sistemas sociales y arquitectónicos, y la del conjunto de conocimientos del diseñador/a, se reduce el efecto amortiguador de la tradición y su capacidad de restitución, se pierde la inmediatez de la respuesta, y se enmaraña el modo en que se percibe un determinado problema de diseño. El método planteado aquí, pese a la subjetividad de algunos de sus pasos, permite semi-formalizar los objetivos y operaciones del diseñador/a, y representa el diseño como un proceso de alcanzar un buen ajuste mediante la neutralización de las fuerzas que provocan el desajuste. En el caso de las culturas auto-conscientes, desde este punto de vista, las perturbaciones se extienden inevitablemente de un subsistema a otro subsistema del conjunto de variables de desajuste, la alteración no puede amortiguarse en un período de tiempo razonable, y las formas elegidas finalmente son arbitrarias, dado que representan un estado intermedio del sistema antes de que haya convergido a una condición de equilibrio. Esto significa que, al no haberse neutralizado todos los desajustes, generalmente unas partes del programa funcional se desarrollan a expensas de otras.

... en la situación de autoconciencia, el diseñador se enfrenta a un mismo tiempo con todas las variables. Pero ... si trata de manipularlas todas a un tiempo no conseguirá encontrar una forma bien ajustada dentro de un lapso prudencial. Cuando el propio diseñador percibe esta dificultad, trata de fragmentar el problema y así, inventa conceptos para ayudarse a determinar con qué subseries de requisitos va a trabajar independientemente ... Cada concepto identifica una determinada colección de variables ...

He aquí lo que yo sostengo: estos conceptos no le ayudarán al diseñador a dar con una solución bien adaptada a menos que se de el caso de que correspondan a los subsistemas del sistema. Pero, como los conceptos son en conjunto el resultado de accidentes históricos arbitrarios, no hay motivo para esperar que correspondan de hecho a estos subsistemas. [ALEX1966]

El proceso de depuración de un diseño descrito aquí, es una especie de *método de Cross*, en el que el diseñador/a equilibra sucesivamente un

subconjunto de desajustes cada vez, actuando como si estuviese aislado, permitiendo que se propague un cierto desequilibrio al resto del sistema. Sólo es posible aproximarse sucesivamente a una solución satisfactoria, si en dicho proceso el desajuste global se reduce rápidamente, y esto sólo sucede si los subsistemas empleados por el diseñador/a constituyen una descripción estructural completa y natural del problema, es decir del conjunto de variables de desajuste que puede percibir él o ella. Generalmente, cuando el diseñador/a prevé intuitivamente la lenta convergencia del proceso si se enfrenta simultáneamente a todas las variables incorrectamente estructuradas, opta por actuar inicialmente sobre un conjunto simplificado de posibles desajustes, modificando el diseño hasta alcanzar un equilibrio parcial, aislándolo del resto de los requisitos que podría percibir cualquier otro/a agente del diseño. Posteriormente, el modelo obtenido inicialmente es perfeccionado considerando sucesivamente nuevos subconjuntos de variables, en ciclos repetidos, hasta alcanzar el momento en que el proceso de depuración no puede continuar. En ese instante, comúnmente, algunas de las variables que han sido procesadas permanecerán desajustadas, y podrían existir también variables, fácilmente observables por cualquier agente del diseño o por un usuario/a, no consideradas en el proceso de depuración y que por tanto estarán ajustadas o desajustadas aleatoriamente. Pese a todo, esta solución no puede considerarse absolutamente deficiente (p. 173): en cualquier caso suficientemente sofisticado no hay modo de comprobar si el conjunto inicial de requisitos es consistente, y, por tanto, puede ser imposible encontrar una solución al problema en la que se neutralicen todos los desajustes, en la que se resuelva el programa funcional completo. La evolución del proceso descrito, considerado como un sistema dinámico, podría no converger a un estado de equilibrio aceptable, en función del subsistema elegido como semilla y de la estructura escogida para dicho proceso. También podría converger hacia un atractor más complejo y, por ejemplo, oscilar cíclicamente entre varios estados.

En las culturas auto-conscientes, los subconjuntos de desajustes se agrupan tácitamente en conceptos y categorías que deben corresponderse con símbolos del lenguaje que se usa para transmitir los conocimientos sobre

elaboración de formas. Según Alexander, estas fuerzas del lenguaje son las que suelen determinar la descomposición de los problemas de diseño, y en consecuencia, ésta no tiene por qué estar *alineada* con la "genuina estructura causal" de dichos problemas (tal como son percibidos por el agente diseñador, sea un solo individuo o un grupo de personas). Esas categorías son aprendidas por la mayoría de los diseñadores/as como "dogmas conceptuales", y usadas tanto para percibir o criticar las formas como "para hacer las cosas de un modo tendencioso". Los usuarios/as, no suelen compartir ese armazón conceptual, dado que no son educados como los diseñadores/as, y su percepción de los problemas y las formas es, por tanto, básicamente diferente. En el caso particular de la arquitectura, la categorización a priori está formada por conceptos convencionales tales como: planta, fachada, circulación, distribución, estructura, malla reguladora, acondicionamiento, acústica, iluminación, protección contra incendios, regulación urbanística, tráfico, zonas verdes... En función del problema particular, alguna de estas categorías puede ser más o menos apropiada. Es fácil descubrir la acción deformadora de este tipo de descomposiciones convencionales observando el trabajo de ante-proyecto típico de muchas oficinas de arquitectura. Por ejemplo, cada proyección horizontal o vertical con frecuencia es trazada semi-independientemente, y al finalizar bruscamente el proceso de depuración del diseño no se alcanza un estado en el que dichas proyecciones definan consistentemente un único objeto tridimensional, pese a que parezca insólito (verificar la consistencia de un conjunto de proyecciones es una tarea ardua, y por ejemplo los profesores/as de arquitectura no suelen chequear concienzudamente los trabajos de sus estudiantes, ver 1.8). En muchas ocasiones también, la organización geométrica del edificio se diseña sin atender a su comportamiento estructural, o acústico... que se intenta ajustar posteriormente en un proceso de depuración que no permitirá alcanzar una solución satisfactoria tras pocos ciclos de realimentación. Un ejemplo diferente es el trazado de las instalaciones eléctricas, que suele ser suficientemente independiente de la forma del edificio y de su estructura como para poder ajustarlo separadamente. El trazado de instalaciones de acondicionamiento de aire, por el contrario, dados sus mayores requerimientos

espaciales, interfiere con la disposición estructural y geométrica... C. Alexander cita algunos casos más:

Así, en vez de orientar con cuidado la casa en relación con el sol y los vientos, el constructor concibe su organización sin prestar atención a la orientación, y de la luz, el calor y la ventilación se harán cargo ventiladores, lámparas y otros artefactos periféricos. El trazado no separa los dormitorios de los cuartos de estar sino que se los pone unos tras otros y las paredes entre ellos se rellenan con aislador acústico. [ALEX1966]

En ocasiones, las oficinas de arquitectura sub-contratan a agentes externos fases enteras del proyecto, tales como el diseño estructural, el trazado de instalaciones o la evaluación de costes, e incluso sub-fases del propio problema geométrico, como la realización de maquetas o el diseño de fachadas. La eficacia del proceso descrito no mejora sensiblemente porque cada categoría dogmática sea sub-contratada a un "artefacto periférico", o a otro agente del diseño, o a un área conceptual distinta del cerebro de un solo diseñador/a. Diversos sistemas de CAAD actuales implementan un modelo tridimensional integrado, que puede ser editado mediante el uso de proyecciones típicas horizontales o verticales de un modo no demasiado transparente para el operario/a, con el fin de resolver el problema básico y clásico de gestionar conjuntamente planos, alzados y secciones. En cualquier caso, dichos programas informáticos son soluciones ideadas específicamente para la configuración actual del proceso de diseño y construcción de edificios, y en su desarrollo no se ha considerado la posible inconveniencia del uso de diagramas interpuestos, tales como plantas y alzados, entre el arquitecto/a y el modelo tridimensional.

Uno de los casos legales más curiosos de que tengo noticia involucró a una persona que afirmaba tener poderes psíquicos. En realidad, sostenía que era capaz de utilizar esos poderes para detectar rasgos personales y ayudar así a los abogados a seleccionar jurados. ¿Y qué ocurriría si este "vidente" fuera sometido a juicio alguna vez? ¿Qué efecto provocaría ello sobre un miembro del jurado que creyera fervientemente en la percepción extrasensorial? ¿En qué medida se sentiría afectado por el vidente (fuese éste un vidente auténtico o no)? El campo está listo para ser trabajado: una gran área para profecías autocumplidas... ¿cómo determino que estoy cuerdo? Se trata, por cierto, de un Bucle Extraño. Si uno comienza a indagarse a propósito de la propia cordura, puede quedar atrapado en una vorágine cada vez más intensa de profecías autocumplidas aunque este proceso no sea, en absoluto, inevitable. Todos sabemos que el insano interpreta al mundo con arreglo a su lógica, la cual es coherente de un modo peculiar; ¿y cómo establecemos si nuestra propia lógica es "peculiar" o no, puesto que no tenemos más que esa misma lógica propia para juzgarnos? [HOFS1979]

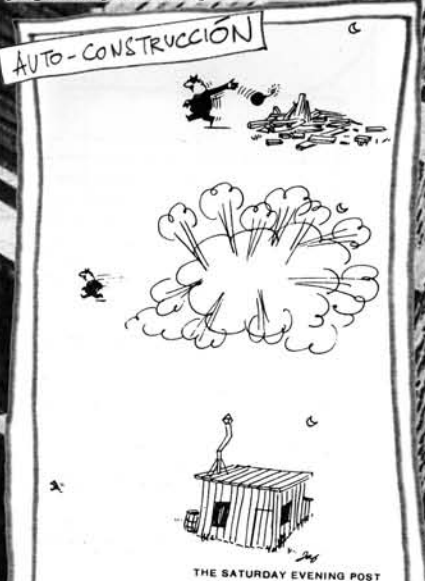


Fig. 1.14 Esta historieta es humorística porque describe el reverso de un proceso irreversible. La secuencia indicada de sucesos podría suceder, pero es extraordinariamente improbable que así suceda. (Reproducido con permiso especial de The Saturday Evening Post and James Frankfort, © 1965 The Curtis Publishing Company.)

La particular esquizofrenia de los arquitectos deriva de tener que representar tres dimensiones en dos. Reconstruir un objeto a partir de una serie de planos siempre requiere cierto esfuerzo, de modo que es tentador simplificar [KROL1983]

Los diseñadores tienden a confiar en sus preconcepciones intuitivas y a partir de ahí lo modifican hasta que "funciona" - donde "funciona" a menudo es interpretado de un modo casi místico en vez de en un sentido funcional.

El edificio expresa sus funciones de la misma manera que un guante expresa una mano, lógica e inevitablemente. Esta era la intención en todos los casos. Scharoun se enfrentaba a un proyecto intentando definir lo que él llamaba la 'esencia' o 'ser' de un edificio, es decir, la reunión de los factores que constituyen el programa, y dan forma física a esa 'esencia'. Pero el edificio no era concebido como un objeto, sino como una serie de espacios y relaciones. [BLUN1995]

el pez es el último en descubrir que vive en el agua

se sostiene ese edificio? Y lo que para mí define las obras maestras es precisamente ese hecho: que se sostengan con facilidad, que el soporte no se perciba, que la propia forma del edificio sea también su soporte.



aunque él creía que un arquitecto o un ingeniero debe ser un Hombre con Visión de Rayos fotoláser en los Ojos, capaz de intuir, con sólo una ráfaga, las líneas isostáticas extendiéndose y entrecruzándose por las superficies de las construcciones

En nuestra vida cotidiana tenemos continuamente que tomar decisiones del siguiente tenor: ¿qué situación es "la mejor" o "la peor"; qué objeto posee determinada propiedad en grado "máximo" o "mínimo"; cuál es la estrategia "óptima" para hacer máximo el placer, el éxito, o los beneficios, o para hacer mínimas la incomodidad, el fracaso, las pérdidas. ¿Cuál habrá de ser la forma de un coche que haga mínima la resistencia del aire, para un volumen interior prescrito? ¿Qué forma de casco determinará que el barco sea el más veloz? ¿Qué forma de casa proporciona la superficie mínima con volumen interior dado para que las pérdidas de calor al exterior sean las mínimas posibles? (La solución de este problema ayudaría a reducir los gastos de calefacción del lector. Los esquimales la encontraron hace mucho: la casa de forma óptima en este aspecto es el iglú, es decir, hemisférica.) [HILD1985]

es en el arte, y no en la ciencia, donde existe el peligro de olvidar el asunto central, la complejidad; el peligro de retomar indefinidamente en un lenguaje inviable que la debilidad del no artístico es incapaz de condensar (Jorge Wagensberg)

gana tiempo al tiempo. En los programas de radio, las palabras se recortan fracción de segundo a fracción de segundo para hacer hueco a la publicidad. El locutor habla como siempre y resulta que, en un programa de una hora, los oyentes reciben cuatro minutos más de anuncios. Horas de 64 minutos. Un paraíso para los gerentes.

El injusto reparto de la propiedad agraria —por ejemplo en Latinoamérica el 47,5% de los pequeños propietarios, con parcelas inferiores a cinco hectáreas, sólo poseen el 1,6% de la tierra— es la causa más directa del hambre: 840 millones de personas sufren desnutrición.

año en Estados Unidos: unas 50 emisoras lo han adoptado y alguna lo ejecutó con saña, hasta meter seis minutos más de anuncios

Muchas de las soluciones finales se caracterizaron por una generación limitada de variantes y conceptos, una evaluación pobre de ellos y un prematuro compromiso con una determinada estructuración y composición del diseño. Esto produjo como consecuencia vehículos con pobres características de funcionamiento como navegación errática, manipuladores frágiles y sobre-dependencia del software de control para 'parchear' las deficiencias mecánicas y eléctricas.

de las personas aceptaría que, al igual que las partículas elementales que dejan sus rastros en los detectores de partículas, se había demostrado que existía y no había sido construido mediante un pacto social. En general, según afirma, él cree que "la filosofía a medio cocer se ha entrometido a veces en la forma de hacer ciencia".

como dijo Locke "los límites entre las especies son como los seres humanos, y no la naturaleza, los hacen"

tejas, se muestra impaciente con los intentos por parte de los filósofos de explicar cómo y cuándo se elaboran las teorías científicas. Le disgusta cualquier sugerencia de que las verdades de la ciencia podrían ser hasta cierto punto elaboradas artificialmente, y por tanto estar sometidas a cambio dependiendo de las diferentes culturas y las diferentes épocas.

En cuanto a la primitiva humana, "la evolución del significado", al proceso de diseño ningún valor mecánico se ha cagión y la co

transición desde los productores-de-cosas (artesanos) a los productores-de-dibujos (diseñadores) ... El dibujo hizo posible dividir el trabajo de producción incrementando la productividad, e hizo posible el diseño de cosas que eran demasiado grandes para un simple artesano. [WESL1984]

Actualmente, en el proceso de elaboración de edificios, el diseñador/a no suele modelar directamente la forma a partir de las exigencias del contexto real, como sucedía en las culturas "inconscientes de sí mismas", sino que actúa sobre representaciones intermedias tanto de la forma como del contexto (esta disociación entre diseños y productos, entre genotipos y fenotipos, exige el uso de un sistema-interfaz que permita transformar unos en otros, es decir, interpretar unos en función de los otros). En casi todas las ocasiones, diversos aspectos del diseño resultante son un sub-producto (¿indeseado?) del método de representación y del proceso usado. Así, al observar un proyecto elaborado de modo convencional, un arquitecto/a suele descubrir fácilmente si un/a colega empezó el diseño por la planta, por la sección o por un alzado... Esto quiere decir que el subconjunto de variables inicialmente equilibrado que usó como semilla del proceso de aproximaciones sucesivas, estaba formado por los desajustes percibidos mediante esa proyección geométrica. Si el proceso no consta de muchos bucles de realimentación, el resultado final contendrá un rastro importante de la semilla inicial. Es más, en muchos casos, el propio arquitecto/a limita conscientemente la realimentación procedente de otros subsistemas, para evitar que la forma resultante no se ajuste a su categorización previa. Sin exagerar demasiado, esta predisposición podría compararse con la actitud de un arquitecto/a que, proyectando con la ayuda de un ordenador, tomara ciertas decisiones relativas a un diseño procurando reducir la cantidad de memoria ocupada por el modelo en la computadora, o tratando de limitar el tiempo que se consumiría al *renderizar* una determinada vista. Es frecuente el caso de arquitectos/as que necesitan observar de modo maniático la maqueta de un proyecto, o un edificio real, desde los puntos de vista que corresponden a las proyecciones que convencionalmente se denominan alzados, antes de poder opinar *arquitectónicamente* sobre el mismo. Esto es como el cáncer ancestral de las líneas paralelas, paredes paralelas, habitaciones paralelas, calles paralelas, parcelas paralelas, etc. reforzado con los mismos instrumentos de dibujo tradicionales: regla T, escuadra, tecnógrafo. "El arquitecto se encuentra tan condicionado por una geometría artificiosa e inhumana que la siente 'natural' y 'espontánea', no conoce otra lengua" [ZEV1978]. En [LEEW1998] se presentan

las conclusiones sobre un curso de diseño y computadoras, y se describen los problemas engendrados porque los estudiantes sean típicamente estimulados a razonar sobre arquitectura en términos de representaciones bidimensionales, incluso pese al empleo ocasional de maquetas: la transición desde utilizar un modelo mental 2D a diseñar inmediatamente en 3D, parece difícil y puede incluso bloquear la creatividad más que estimularla.

La articulación de sistemas en subsistemas distintos organizados en zonas y formas separadas, es un tema tradicional de la arquitectura moderna. Uno de los *tres* ejemplos más famosos es la idea de la planta libre, formulada explícitamente por Le Corbusier entre sus cinco principios del año 1921, según la cual existen ciertas configuraciones estructurales y espaciales particulares para las que es posible diseñar, casi independientemente, la disposición de pilares verticales y separaciones horizontales. La necesidad de organizar la forma de edificios y ciudades de un modo más eficaz, y la de simplificar el trabajo del arquitecto/a, podría explicar esta preferencia moderna por la modulación. En no pocos casos, sin embargo, al no coordinarse ambas necesidades y percibirse la segunda mucho más agudamente que la primera, el tema ha quedado reducido a una simple predilección por una estética industrial o maquinista (realmente, el mito arquitectónico de la articulación formal tiene una historia muy larga, desde los armazones estructurales de las edificaciones primitivas, pasando por el tinglado decorativo superpuesto a las fachadas de los edificios clásicos, hasta las catedrales góticas, en las que los elementos de carga eran aligerados al ser separados de los elementos de sustentación). El argumento racional es el siguiente: si la interacción entre los subsistemas en que se articulan las formas es verdaderamente pequeña, entonces pueden ser modificados sin afectar apenas a los demás, y el hecho de que estén físicamente separados facilita cualquier reparación, sustitución o reorganización interna. Siguiendo las ideas de C. Alexander expuestas antes, la dificultad consiste en que la articulación formal se realiza, casi siempre, a partir de una descomposición del problema conforme a unas categorías generalizadas adaptadas al lenguaje que utilizamos para percibir y representar cualquier problema de diseño. La arquitectura moderna, que no suele ser tan moderna como se supone, no se ha despojado de este

molde conceptual convencional que no se adapta a cada problema particular. Al estructurar las formas conforme a esa categorización simplificada, parcial y rígida, cualquier arquitecto/a podría leer el objeto con gran facilidad, pero no se habría conseguido minimizar las interacciones entre los diferentes subsistemas. De este modo, se habrían desperdiciado todas las ventajas de la modulación, y, peor todavía, se habría logrado separar físicamente componentes que interactúan nítidamente: la forma sería un reflejo cómico aparentemente simplificado, una caricatura, del diagrama mental usado para percibirla por un arquitecto/a. Curiosamente, el principio de la planta libre, pese a haber sido citado más arriba como un ejemplo de desintegración, ha estado asociado comúnmente a una tendencia reintegradora, al simplificar el diseño de ambientes horizontalmente comunicados y fluidos. Pero ésta no es una relación causal, planta-libre y espacios-unificados no se necesitan imprescindiblemente, puede existir uno sin el otro. El sub-problema 'espacial' está físicamente restringido por el sub-problema 'estructural'. Al adoptar una disposición estructural de tipo planta-libre se eliminan algunas restricciones a costa de otras, y se puede experimentar una sensación de libertad parcial si el problema se percibe exclusivamente dentro del marco conceptual denominado 'planta'. En tal caso, extrapolar esa sensación a otros marcos perceptivos provoca alucinaciones sobre libertades espaciales. (En [MITC1990] se exponen otros puntos de vista sobre el conflicto entre articulación funcional y diseño mediante elementos multifuncionales.)

A partir de lo expuesto por C. Alexander en [ALEX1966] se puede admitir que los componentes estructurales separables de un problema de diseño, tal como es percibido por la persona o grupo de personas encargadas de dicho diseño, no pueden descubrirse intuitivamente. Para revelarlos es necesario reestructurar el conjunto de desajustes elementales percibidos. Si dispusiéramos de una representación explícita y estática del problema, como un conjunto de variables de desajuste y un sistema de relaciones causales entre ellas, sería posible aplicar recursivamente de arriba hacia abajo, el método de descomposición, según él propone (p. 19), para clasificar las variables en un árbol sintáctico de subconjuntos sucesivamente más pequeños. La base de

dicho árbol estaría hipotéticamente formada por los componentes separables, constituido cada uno por un grupo de variables densamente conectadas entre sí pero levemente conectadas con las del resto de subsistemas de ese nivel inferior. Cada uno de estos componentes sería un "conjunto de fácil diagramación", representando un aspecto físico particularmente marcado que proporciona "un punto de ingreso no-verbal al problema". A partir de cada subconjunto básico identificado en la fase de análisis podría trazarse un "diagrama constructivo" independiente, y estos fragmentos casi incoherentes podrían utilizarse para sintetizar la forma global del diseño, interpretándolos de acuerdo con un árbol, semejante al obtenido previamente, recorrido esta vez desde las ramas hacia el tronco. Así pues, la hipotética solución que C. Alexander propone para racionalizar la producción de formas es la fragmentación del problema en subconjuntos de grano fino, tales que al representar los requisitos que los componen por medio de un diagrama, obtengamos simultáneamente el diagrama de la sub-forma adecuada. Lo que él llama un "diagrama constructivo" tiene que ser una descripción formal y una descripción funcional al mismo tiempo, una representación unificada y auto-referente obtenida cuando colapsan las múltiples articulaciones de la forma (como una curva catenaria o una pompa de jabón). Este es el mismo sueño de la arquitectura moderna que debía acabar con la arbitrariedad expresionista, pero ahora trasladado por debajo de la capa lingüística convencional: obtener la forma casi mecánicamente como un reflejo racional de la función. La explicación de por qué los arquitectos/as modernos/as no consiguieron expulsar la "materia totémica", se sintetiza otra vez en el siguiente párrafo:

... para repetir la intuición primaria de Cassirer, por mucho que aspiremos a la lógica, nos vemos enfrentados a la circunstancia de que el lenguaje, el primer instrumento del pensamiento, inevitablemente se adelanta y tiende una nube sobre todos los programas elementales del simple procedimiento lógico.
[ROWE1981]

Los diagramas más constructivos usados comúnmente por los arquitectos/as son los dibujos de plantas y secciones de cada proyecto. En primer lugar, son *constructivos* por razones geométricas dado que, al ser proyecciones cilíndricas en direcciones paralelas u ortogonales a la plomada, y

al ser los elementos constructivos tradicionalmente planos y también orientados según dichas direcciones, es posible obtener directamente las medidas que necesitan los obreros/as encargados de ejecutar materialmente el trabajo. En segundo lugar, son también algo constructivos, en el sentido de C. Alexander expuesto antes, dado que un diseñador/a suele percibir en ellos, simultáneamente, algunos aspectos formales y algunos requisitos funcionales (por ejemplo varios de aquellos que, por necesidades lingüísticas, clasificaríamos en la categoría "circulación"). El modo de interpretar dichos dibujos descrito en primer lugar, apenas sirve para justificar que se usen antes de la fase final del proceso de diseño (estas cuestiones se tratarán más adelante en 1.8). En cualquier caso, todo esto sólo evidencia que el contenido representativo de un diagrama depende del sistema de conocimientos, el lenguaje, que el/la dibujante y el espectador/a usen para interpretarlo. Y este lenguaje puede ser subjetivo, o más o menos convencional entre un grupo de individuos.

Resumiendo lo expuesto en las últimas páginas, aplicando el método analítico descrito parece posible descubrir la partición del conjunto inicial de desajustes en subconjuntos disjuntos cuasi-independientes, *más adaptada a cada problema*, a cada equipo diseñador en particular y al *tamaño de grano*, supuestamente fijo, de dichos desajustes. Hipotéticamente, cada uno de estos subsistemas podría ser realizado físicamente (construido, reparado, modificado) de forma bastante independiente de los demás, con la mayor autonomía posible, mientras no cambiase ninguna de las condiciones iniciales. Especialmente, mientras nadie percibiese desajustes imprevistos a cualquier nivel de abstracción, si fuera posible.

En el artículo *La ciudad no es un árbol* [ALEX1971], C. Alexander plantea que el principio ordenador de las *ciudades naturales*, las "que se crearon de un modo más o menos espontáneo a lo largo de muchos años", no puede capturarse en una estructura conceptual con forma de árbol ("una familia de conjuntos forma un árbol si, y sólo si, tomados dos conjuntos que pertenecen a la familia, uno está o bien contenido por entero en el otro, o bien separado por entero del otro"), sino que requiere una estructura más compleja y sutil. Se

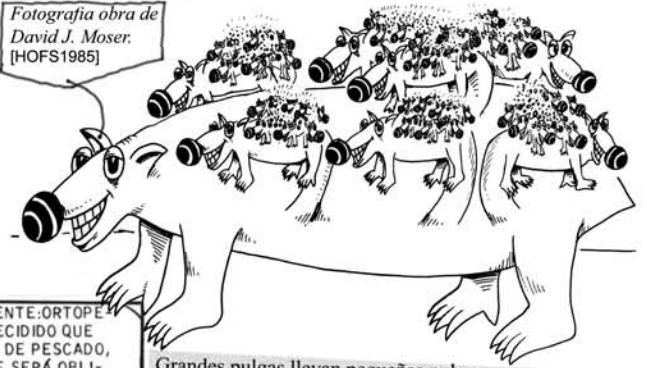
refiere específicamente a la forma de cualquier colección de sistemas urbanos, definidos como aquellas unidades físicas del medio que sometemos a especial consideración: "Creo que cualquier imagen que se tenga de una ciudad queda definida precisamente por los subconjuntos que se consideran como unidades". Parece referirse, por tanto, a los elementos que son percibidos con mayor entidad, a cualquier nivel de abstracción, por un determinado grupo de observadores/as que compartan aproximadamente el mismo marco conceptual. Es la estructura de relaciones, de tipo estar-contenido-en, entre estos elementos de diverso tamaño, la que no tendría forma de árbol. Concretamente, con este tipo de estructura jerárquica no se pueden representar componentes poli-funcionales, dado que un conjunto no puede formar parte, a la vez, de dos conjuntos de nivel superior correspondientes a ramas distintas. En una línea semejante, en [MITC1990] se explica que para obtener una descripción funcional inteligible de un sistema hay que saber analizarlo apropiadamente en elementos y subsistemas semi-independientes interactuando de formas bien definidas a través de sus interfaces. Al intentar analizar un sistema complejo, tal como un edificio, de un modo "natural" y útil (usando las propias palabras de [MITC1990]), es frecuente obtener una estructura que no es una simple jerarquía, sino que está compuesta de subsistemas solapados y trabados.

En definitiva, C. Alexander opina que las estructuras sociales y urbanas no pueden modelarse adecuadamente repudiando los solapamientos e interrelaciones entre los diferentes sistemas-típicamente-percibidos, pero justifica a tantos diseñadores/as que concibieron ciudades en árbol por una supuesta predisposición humana a organizar mentalmente las percepciones en términos de unidades no superpuestas. Sus críticas a varios encorsetados conceptos modernos de ciudad se pueden resumir con el siguiente párrafo:

... en toda ciudad, hay miles e incluso millones de sistemas en funcionamiento cuyos residuos físicos no aparecen como unidad en las estructuras de un árbol. En el peor de los casos, las unidades que aparecen ni siquiera corresponden a realidad viviente alguna; y los sistemas reales, que constituyen la verdadera vida de la ciudad, están desprovistos de receptáculos físicos. [ALEX1971]

No existía modelo razonable que pudiese explicar este hecho, por lo que hubo un período durante el cual uno debía ser listo: Había que saber qué experimento se estaba analizando para decir si la luz eran ondas o partículas. Este estado de confusión se denominó la «dualidad onda-partícula» de la luz, y había quien decía de manera chistosa que la luz era ondas los Lunes, Miércoles y Viernes; partículas los Martes, Jueves y Sábados, y los Domingos, ¡había que meditarlo! (Richard P. Feynman)

Fotografía obra de David J. Moser. [HOFS1985]



Grandes pulgas llevan pequeñas pulgas, en la espalda para que las muerdan. Pequeñas pulgas llevan pulgas más pequeñas y así hasta el infinito. [ALEX1971]



EL PESCAO ES MEJOR QUE LA CARNE. ORTOPE- DIX SE MUESTRA FAVORABLE A INSTAURAR UNAS JORNADAS DE PESCAO OBLIGATORIO.



PUES A MÍ ME GUSTA, LA CARNE.

JUSTAMENTE. ORTOPE- DIX HA DECIDIDO QUE LOS DÍAS DE PESCAO, LA CARNE SERÁ OBLIGATORIA TAMBIÉN, Y VICEVERSA.

(... ASTERIX: EL REGALO DEL CESAR, Goscinny y Uderzo, Grijalbo/dargaud s.a. 1974)

Uno de los postulados del movimiento inglés de Artes y Oficios había sido precisamente que los productos hechos a mano daban más satisfacciones, tanto al productor como al consumidor, que los productos industriales. El trabajo manual iba a abolir los efectos perniciosos de la producción industrial, con su excesiva división del trabajo.

... Sin embargo, las motivaciones irracionales se infiltraban constantemente hasta en los más sobrios análisis de los arquitectos practicantes.

Más aún, las decisiones respecto a aspectos del edificio tales como las áreas acristaladas se adoptan sin una predicción precisa de sus consecuencias, pese a que dichos aspectos tienen una profunda influencia en el funcionamiento del edificio.

¿la planta libre? parece más bien la planta no del todo libre ¿si las paredes verticales ya no soportan los techos, por qué no las inclináis o curváis en cualquier dirección espacial? ¿para que hagan juego con las columnas? ¿para que soporten su propio peso? ¿para apoyar los muebles? ¿o es que sería mucho trabajo?

...incluso la ciencia concreta se encuentra influida y limitada por este proceso de pensar en palabras. El gran descubrimiento de Einstein consistió, por ejemplo, en demostrar que dos palabras "gravitación" e "inercia" eran equivalentes en realidad.

... del mismo modo que en muchos edificios el acondicionamiento del clima interior queda exclusivamente en manos de costosos sistemas artificiales activos, las construcciones neumáticas necesitan máquinas que regulen la presión del aire interior para mantenerse en pie ...

mucho antes del primer vuelo tripulado habían arrinconado la imagen de la nave espacial en forma de proyectil liso y brillante, y la habían sustituido por imágenes de estructuras abiertas ... Típico diseño espacial de los años 60: la concepción de piezas separadas claramente articuladas y la composición expansiva ...

la noción de simetría es generalmente definida como la invarianza de una cierta configuración de elementos sometida a un grupo de transformaciones automórficas

...los americanos dicen que si tienes éxito con algo en la vida, lo que tienes que hacer es repetir la fórmula.

... el «Gótico sin muletas» -sin arbotantes- de Gaudí conseguía superar el problema de la carga y el soporte empleando un método constructivo que seguía las líneas de fuerza. Esto significaba que podía someter todo el organismo arquitectónico a una voluntad expresiva que no necesitaba tener en cuenta los principios usuales de la construcción. Los soportes de los paseos del Parque Güell y de la iglesia de la Sagrada Familia fueron sacados todos en parte de diagramas, en parte de maquetas y en parte de las improvisaciones sobre el terreno. [PEHN1975]

Una 'sopa' preparada a partir del prepucio de un niño circuncidado puede gestar más de 250.000 pies cuadrados de tejido sintético que pueden crecer en cuestión de semanas. Estas son dimensiones propias de revestimientos arquitectónicos...

... los progresistas se iban alejando de la idea del artista que recibía la inspiración en un trance de creatividad para acercarse a la idea de una arquitectura entendida como un servicio social. Pretendían ocultar los impulsos irracionales detrás de argumentos pragmáticos. Frialidad, sobriedad y hasta «estilización» fueron las nuevas palabras clave.

«decorativismo materialista»: desprecia el empleo de elementos decorativos, pero en cambio venera el acabado superficial exótico, aunque para obtener ese aspecto decorado en bajo relieve, «mapeado», sea necesario hacer uso de imprimaciones, pinturas, barnices, aditivos, chorros de arena, capas reflectantes, estampados, moldeados, pulidos, etc. su cerramiento multicapa se reconfigura en su composición, apariencia y color respondiendo a cada orientación

los cerramientos ligeros de ciencia ficción podrían envolver y acondicionar por completo un espacio, mediante la aplicación de hipotéticos acabados superficiales. Los astronautas usan un vestuario económico mediante ligeros pijamallas, como problemas de transporte y comunicación pulsando la pequeña insignia en el pecho de su ajustado pijama-uniforme.

1.3. diseño orientado a objetos

1.3.1. lenguajes de *patterns*

Aunque no fuese precisamente para programar computadoras de tal modo que *sepan ver la arquitectura*, Bruno Zevi también ha estado empeñado en codificar la arquitectura moderna. Para él, el desafío era lograr que los productores/as y usuarios/as de ciudades y edificios utilicen la misma lengua arquitectónica, y con este objetivo estableció un conjunto de "invariantes" de la arquitectura moderna en [ZEV1978]. Estas categorías, supuestamente generalizadas a partir de los ejemplos "más significativos y paradigmáticos", agruparían los atributos comunes que servirían para caracterizar a todos los edificios, y constituirían por tanto la "*esencia de la arquitectura*" [ZEV1951]: un sistema de criterios valorativos que pudiera adoptarse tanto para la arquitectura moderna como para aquella que fue construida en los siglos precedentes. La objetiva existencia de esas clases invariantes no ha dejado de ser una cuestión puramente especulativa, pese a que las ideas de Zevi pueden aclarar un poco el panorama.

Después de diversas experiencias, C. Alexander observó que se podía ir "directamente a los diagramas para los subsistemas de fuerzas, sin tener que pasar por las etapas previas del procedimiento", descritas en 1.2, y comenzó a denominar *patterns* a esos diagramas: ideas de diseño reutilizables para el medio ambiente. Observó también la analogía entre el problema del medio ambiente, los lenguajes humanos y "el clásico problema de la biología: ¿cómo se coordinan el crecimiento y la regeneración de millones de células individuales para lograr mantener el equilibrio del conjunto orgánico en cada etapa de su desarrollo?". De este modo, llamó lenguaje de *patterns* al sistema combinatorial de imágenes que los constructores/as tienen en su mente en el momento de actuar, y que guía los millones de actos individuales que determinan la morfología de cada medio ambiente [ALEX1971]. En su opinión, un medio ambiente sólo puede llegar a ser total, no fragmentario, si los lenguajes de *patterns* que los constructores utilizan son totales, compartidos en vez de

especializados, y vivos por sí mismos, como sucedía en las sociedades tradicionales. Cada individuo de una sociedad tendrá un lenguaje particular, compartido en parte pero globalmente único.

... Incluso si dos personas usan el mismo lenguaje para el mismo contexto, ambos diseños serán todavía diferentes, porque cada una de ellas habrá creado combinaciones que son únicas para él. La geometría de un diseño creado a partir de un lenguaje total será, como en la geometría de la naturaleza, una multiplicidad sutil de *patterns* en la cual ninguno de ellos logra destacarse nítidamente sobre los demás; es decir, habrá muchos *patterns* en equilibrio los unos con los otros, todos presentes y visibles simultáneamente, pero sin que ninguno domine sobre los demás. [ALEX1971]

En [ALEX1977], se recopila un posible lenguaje de *patterns*, clasificados según un sistema jerárquico, abarcando diferentes niveles de *granularidad*, más sofisticado que un simple árbol (p. 31): cada *pattern* está conectado con otros "mayores", y ayuda a completarlos, y está relacionado también con varios *patterns* "menores" por los que es completado. Cada uno reúne experiencia distribuida y conocimiento, mediante la descripción de un sub-problema y una posible solución que permite equilibrar el desajuste entre las fuerzas y restricciones (tendencias y conflictos) correspondientes. Uno de los aspectos más destacables de este enfoque es que no todos los *patterns* tienen un alcance semejante, a diferencia de los subsistemas de 1.2, sino que corresponden a diferentes niveles de abstracción.

Así pues, C. Alexander parece creer que, si se reuniese un conjunto formado por las estructuras de descomposición-*más-adecuada-en-subsistemas* correspondientes *objetivamente* a un gran número de problemas de diseño, podrían reconocerse patrones estructurales comunes entre los elementos de dicho conjunto. Al esquivar el procedimiento descrito en 1.2, se evita la subjetiva representación de cada problema como una lista de desajustes interrelacionados, que podría conducir, por otra parte, a la percepción siempre de los mismos inapropiados subsistemas estándar, si estuviese basada en una formalización demasiado rígida del dominio. Los patrones reconocidos en el conjunto descrito antes, supuestamente contendrían el germen de los subsistemas más o menos invariantes, y serían, por tanto, los componentes de

un conjunto de esquemas reutilizables. El proceso de búsqueda de patrones implica la generalización de rasgos particulares en categorías superiores, conduciendo inevitablemente al entremezclado de diversos niveles de abstracción. Los *patterns* ya no pueden considerarse aproximadamente autónomos, como los subsistemas de 1.2, dado que se interrelacionan jerárquicamente: cada *pattern* afecta a los *patterns* "mayores" y "menores" con los que está conectado. Este planteamiento permite descubrir conceptos de diseño re-usables, pero estos no se relacionan necesariamente con componentes físicos reutilizables. En [ALEX1977] los *patterns* están marcados conforme a un índice de invariabilidad, y se afirma que los más valorados corresponden, supuestamente, al descubrimiento de verdaderos invariantes: *patterns* para los que la solución propuesta resume una *propiedad* común a *todas las formas posibles* de solucionar el sub-problema correspondiente. Cuanto más invariantes son los *patterns*, y por tanto más reutilizables y más estándar, más rígido es el lenguaje. Sin embargo, esto no tendría por qué ser un inconveniente, dado que supuestamente estaría amoldado a casi todos los problemas posibles, en vez de estarlo al lenguaje verbal o a cualquier otro sistema de representación convencional. Podrían hacerse apuestas sobre la existencia o no de un lenguaje de *patterns* totalmente invariante, un conjunto estable de categorías que codificase el conocimiento sobre arquitectura, su *esencia*, y que debería servir para programar sistemas de CAAD y estudiantes de diseño. Este juego de apuestas podría titularse con el eslogan: *la esencia de todos los problemas es la esencia de todos los problemas* (p. 21). C. Alexander no apuesta por la existencia de ese hipotético lenguaje absolutamente válido, dado que supone que cada individuo tendría uno particular, adaptable y compartido sólo parcialmente por los demás. Este es un enunciado relativista, mientras que la ideología subyacente en [ALEX1966] no lo era: ciertamente, se suponía la existencia inicial de cada problema como una entidad identificable (¿por necesidades lingüísticas?) y absoluta, y se aceptaba la objetividad de un sistema de valoración que permitiera decidir cuáles eran las soluciones mejores, correspondientes a las descomposiciones más *apropiadas* a cada problema. Al descartar el procedimiento de 1.2, e incluir la percepción de la gente en la

definición del problema, el esquema de valores no puede seguir definiéndose formal y rígidamente, sino que debe especificarse *fluidamente*. Por último, una nota de precaución de [ALEX1977]: todo lenguaje puede ser un medio para la poesía, cualquier frase posee una enorme densidad de significados que, al interrelacionarse, colaboran a iluminarla totalmente. De modo semejante, un edificio será denso y *profundo* si está diseñado agrupando los *patterns* del lenguaje de modo que se superpongan tupidamente en el mismo volumen físico. Este es el mecanismo más ordinario para economizar espacio, y no está reservado para edificios especiales u obras de arte.

... mientras efectuamos la expulsión pública del mito a través de la puerta principal, incluso mientras lo estamos haciendo, (y debido a que lo hacemos), el mito entra de nuevo, insidiosamente, por la puerta de servicio. [ROWE1981]

Si la realización física de los *patterns* está densamente empaquetada, surgirán inevitablemente interacciones mutuas debidas a la proximidad espacial, que seguramente no podrían haberse previsto al plantear el problema inicialmente. Desde el capítulo anterior hasta aquí se ha realizado una excursión que ha pasado por el idealismo moderno hasta alcanzar el realismo posmoderno. Comenzó con la búsqueda de un específico sistema de componentes físicos o conceptuales para solucionar un idealizado problema particular, descomponiéndolo, y luego pasó por un intento de generalizar ese sistema de componentes para hacerlo reutilizable en la solución de problemas diferentes. Finalmente, se suele presentar el siguiente dilema: o el número de componentes del sistema crece incontroladamente, o se mantiene acotado a costa de que el diseño de dichos componentes sea tan general que resulten sumamente ineficaces. En este último caso, la solución parcial pasa por volver a reintegrar y solapar los elementos previamente desintegrados, para adaptarlos a cada contexto específico, y vuelta a empezar. El procedimiento para resolver este embrollo (paradoja para algunos) sería intentar descubrir un hipotético punto de equilibrio entre dos tendencias contrapuestas que se presentan inevitablemente: la de economizar *localmente* y la de economizar *globalmente*, solucionar el problema específico o solucionar el problema general. La primera tendencia sería responsabilidad del capitán Hadd Ock, que debe procurar

ahorrar recursos (el espacio disponible en el diseño de edificios, por ejemplo) comprimiendo y solapando las diversas funciones. El capitán Stan D'Art se responsabilizaría de la otra tendencia, descomponiendo las funciones en componentes independientes y clasificándolas para hacer que, conjuntamente, sean lo más reutilizables posible. Las órdenes del capitán Hadd Ock obligarían al capitán Stan D'Art a comprimir conceptualmente su sistema de clasificación para economizar memoria, solapando y enmarañando los niveles de abstracción. Este tipo de conflictos es característico también, por ejemplo, del diseño de software, en el que hay que balancear la velocidad de proceso y la claridad del código según el lenguaje en que fue programado, es decir, interpretado a cierto nivel de abstracción. Otro ejemplo es el propio diseño de lenguajes de programación (sistemas formales de alto nivel para programar la resolución de diferentes problemas), en el que el ideal de minimalismo se expresa por las siguientes condiciones según [STROU1991]: debe ser posible usar las características del lenguaje en combinación para programar soluciones que, de otro modo, hubieran requerido características extra, separadas, y debería haber el menor número posible de características artificiosas y de propósito-especial. Finalmente, otras modalidades del combate abstracto / concreto (general / específico) se detallan en multitud de libros sobre historia y crítica de arte y arquitectura, especialmente relativos a las épocas denominadas moderna y posmoderna.

El principal grupo de estatuas que serán sustituidas por otras de resina epoxidica lo forman las ocho de la Galería de los Reyes castellanos (siglo XIII).

Finalmente, las cuatro imágenes que completan el paquete sometido a clonación están colocadas más cerca del suelo, dando la bienvenida a los fieles y visitantes que entren por la puerta principal. Xanqueán (uno de los cuales se encontraba descabezado); y este grupo de tres estatuas corresponde al siglo XV.

Una de ellas muestra la cara muy erosionada, pero la copia que ocupará su lugar dista mucho de ser idéntica (tampoco lo son las restantes): se le ha inventado una cara de resina epoxidica.

P. El ornitorrinco en su libro es una metáfora de lo que por su complejidad no podía ser explicado con las categorías kantianas. ¿No le hubiera conocido al ornitorrinco? ¿Dónde habría clasificado a este ser cuyas crías maman y nacen de un huevo, que tiene pico de pato y cola de castor?

Las autoridades suelen evitar la palabra "plástico" cuando se refieren a los "avanzados materiales" de las copias. Pero el diccionario de la Academia de Ciencias define así la resina epoxidica: "Polímero que contiene grupos epoxidicos capaces de entrecruzarse por la acción de catalizadores y dar lugar a plásticos de alta resistencia mecánica y térmica". En la cual no hay escapatoria. En la teoría la justicia debería fijar los límites pasados los cuales una información deja de ser de interés público y transgrede los derechos a la privacidad de los ciudadanos. Por ejemplo, los actores

... el hiperestatismo permite el aprovechamiento más integral de los elementos necesariamente existentes, conduce a una mayor rigidez y a una mayor economía del conjunto...

La realidad es que, pese a que los expertos aseguran que la calidad en la construcción ha mejorado de forma considerable en España, los errores en el sector son todavía dignos de mención. Según datos de [REDACTED], de los problemas que surgen en las nuevas edificaciones, un 43% se debe a errores de proyecto, otro 43% a errores de ejecución y un 14% al resto, que son materiales, fundamentalmente.

por delante de Nueva York, por lo tanto, hablar del horario oficial de verano, que a veces empieza el mismo día del año y a veces en días diferentes.

Una de las lecciones más importantes de la investigación clásica en Inteligencia Artificial es el intercambio especificidad-generalidad. El conocimiento más específico, es el más efectivo que los mecanismos genéricos, como los sistemas para solucionar problemas generales o los esquemas de representación universales. El éxito de los sistemas expertos ha dependido casi enteramente de la codificación de conocimiento específico en cada situación... En vez de intentar construir un módulo de visión de propósito general por ejemplo, es bastante más eficaz ajustar la capacidad de actuar y sentir a una tarea particular, un dominio particular y un entorno particular. Por supuesto, dicha solución no funcionará fuera de su "nicho". Pero funcionará bien y con un costo ajustado, en tanto las condiciones sean apropiadas.

La especialización y la necesidad de actuar en tiempo real sugieren una organización horizontal, en vez de una organización vertical o jerárquica... En una organización horizontal, cada módulo combina funciones especializadas y optimizadas respecto a un comportamiento particular y un entorno particular. La relación entre tarea y comportamiento de este modo resulta mucho más indirecta. [STEE1997] adecuado, la idea es realmente muy pro-

Como los objetos son semi-inteligentes, pueden ser enlazados a bases de datos o sensores e interruptores en el mundo real. De este modo, un modelo puede convertirse en una representación del entorno físico. Un ejemplo sencillo puede ser un objeto puerta. Si quieres representar la puerta en una posición abierta, podrías simplemente acercarte a ella, accionar el picaporte y empujarla hasta que se abra. La luz podría estar conectada a la puerta, de modo que se encendiese cuando entrases. Podrías trabajar directamente con los componentes del edificio, en vez de hacerlo a través de la interfaz de botones y cuadros de diálogo del sistema de CAD.

Por supuesto, respondió Turing. "La dificultad reside en obtener una solución simple al problema de la detención que funcione en cada caso-para cada posible programa y conjunto de datos. Y la mayoría de los programas son mucho más complicados que el tuyo, y el criterio de detención correspondiente usualmente depende de cantidades que son producidas en el transcurso del cálculo..."

Los próximos 10-15 años verán no sólo un incremento en el volumen total de información producida, sino también un aumento en la fracción de esa información que es almacenada o transmitida en forma de "datos inteligentes"; es decir, datos cuyo significado está codificado en su estructura. La información es básica para tomar decisiones, y particularmente, para la toma de decisiones que afectan a negocios...

La naturaleza no tiene en cuenta la estética y a veces su diseño lleva a resultados que no nos gustan, no nos satisfacen, como cuando una leona mata a cachorros que no son los suyos para asegurar que sean los propios los que sobrevivan. No electrónico y conciertos de silencios. "Es una música muy porosa, con hipo, llena de silencios, la partitura está concebida en términos de porcentajes de silencios y sonidos en la que habrá un 75% a favor de la ausencia de sonidos. Estos están en función del silencio, su sentido no es taparlo, sino enmarcarlo y remarcarlo, dotarlo de mayor presencia."

La naturaleza no tiene en cuenta la estética y a veces su diseño lleva a resultados que no nos gustan, no nos satisfacen, como cuando una leona mata a cachorros que no son los suyos para asegurar que sean los propios los que sobrevivan. No electrónico y conciertos de silencios. "Es una música muy porosa, con hipo, llena de silencios, la partitura está concebida en términos de porcentajes de silencios y sonidos en la que habrá un 75% a favor de la ausencia de sonidos. Estos están en función del silencio, su sentido no es taparlo, sino enmarcarlo y remarcarlo, dotarlo de mayor presencia."

La radiación metafísica de los años está en flujo extremo", afirma una mujer Ba'ku de más de 300 años de edad. ¿Radiación metafísica? Sí, y torpedos de fotones, decargas de taquiones y motores con emisión de neutrinos. No es la primera vez que un filme de ciencia ficción hace uso de jerga pseudocientífica para imprimir una pincelada de verosimilitud.

Los próximos 10-15 años verán no sólo un incremento en el volumen total de información producida, sino también un aumento en la fracción de esa información que es almacenada o transmitida en forma de "datos inteligentes"; es decir, datos cuyo significado está codificado en su estructura. La información es básica para tomar decisiones, y particularmente, para la toma de decisiones que afectan a negocios...

Epistasis se refiere al 'grado de dependencia' entre múltiples genes en un cromosoma. Una representación genética con elevada epistasis puede tener muchos genes cuyo efecto fenotípico reside en gran medida en los alelos de otros genes. Por ejemplo, una sencilla regla-formal en una representación basada en reglas puede tener diferentes efectos fenotípicos, dependiendo de qué otras reglas-formales la preceden y la suceden. Por el contrario, una representación con baja epistasis tiene pocos genes o ninguno cuyo efecto fenotípico dependa de los alelos de otros genes. Por ejemplo, una simple representación por medio de voxels en la que cada gen encienda o apague sólo un voxel de la malla tiene una epistasis nula. Los experimentos para investigar si la epistasis debería ser alta o baja no han sido concluyentes hasta ahora. Sin embargo, un sencillo experimento mental puede arrojar luz sobre este dilema. Consideremos una (ficticia) representación que use, digamos, diez genes para representar la forma completa de los diseños, y tal que el efecto fenotípico de cada gen sea completamente dependiente de todos los demás genes a través de algún proceso embriológico. Con esta (máxima) cantidad de epistasis, estos diez genes efectivamente se convierten en elementos de un único gen global (igual que los dígitos binarios separados de un gen ordinario dependen totalmente de sus vecinos). De modo que nuestra representación de diez genes con epistasis completa podría ser considerada como una representación con un único gen. Consideremos qué efecto tendría en el genotipo la variación de cualquier parte de un gen. Con cada parte del diseño epistáticamente ligada a cada otra parte, cualquier intento de mejorar sólo un área pequeña produciría cambios en el resto del diseño - haciendo muy difícil, si no imposible, la evolución hacia diseños aceptables.

Alternativamente, consideremos una representación con epistasis nula (por ejemplo una representación mediante voxels). Otro factor que contribuye a la vitalidad de la obra es la presencia constante del punto de vista llamado técnicamente folk, o popular, que en definitiva, no es sino el sentido común. Ausente muchas veces de las tortuosas evoluciones de detalles a pequeña escala, pero la evolución de características de gran escala sería inmensamente difícil, por ejemplo, la ampliación de la forma entera en una dimensión, o la duplicación o reflexión de un rasgo del diseño. (Para duplicar o reflejar un rasgo existente como se haría por medio de un proceso de segmentación o simetría, cada nueva parte duplicada debería re-evolucionar por entero - un suceso altamente improbable).

Habiendo examinado los dos casos extremos, debería quedar claro que tanto demasiada epistasis como demasiado poca epistasis en una representación es indeseable. Peter Bentley (<http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/P.P.Bentley/>) dio a secas. Y en

gasto total en publicidad representa una fracción mínima de la economía, de modo que, ¿será diferente en la red?

Instrumentos de dominación "inventados" indefectiblemente por todos los regímenes totalitarios - la policía del pensamiento, la neolengua, la permanente mutabilidad del pasado y el falseamiento de la memoria colectiva...

TODA NUESTRA FORMA DE RELACIONARNOS CON LA INFORMACIÓN CAMBIA CUANDO PODEMOS VERIFICAR, CONSULTAR SIN DIFICULTAD Y OBTENER LA RESPUESTA INSTANTANEAMENTE. INCLUSO LAS LAGUNAS DE LA MEMORIA YA NO PARALIZAN

1.3.2. modelado orientado a objetos

Las ciencias de la computación han progresado, desde sus comienzos, examinando analogías entre el funcionamiento del cerebro y el de los ordenadores. En 1833, Charles Babbage ideó un "Motor Analítico" reuniendo las cuatro características que, en su opinión, debía tener una máquina para realizar las funciones de una computadora humana: una unidad aritmética, memoria, selección automática de la secuencia de cómputo y entrada y salida de datos [EAME1973]. El concepto de Máquina Universal de Alan Turing, en 1936, especificaba una computadora sencilla que podía ser programada para simular cualquier máquina más compleja. En 1945 llegó el "final del principio" de la era de la computación mecánica, cuando John von Neumann y su grupo pusieron en práctica la idea de "computadora con programa almacenado", construyendo una máquina multi-propósito, automática y digital. Simultáneamente, el movimiento intelectual denominado cibernética evolucionó a partir de los ensayos en los años 40 de Warren McCulloch y Walter Pitts sobre "redes neurológicas", contemplando la posibilidad de diseñar máquinas que simulasen la mente humana mediante la interconexión de elementos que fuesen sencillas abstracciones lógicas del comportamiento de las células nerviosas.

En [STROU1991] se describe la evolución de los lenguajes de programación en términos de cuatro paradigmas, que han permitido sucesivamente agrupar los algoritmos en funciones, y estas últimas en módulos, abstraer los datos clasificándolos en tipos, y finalmente juntarlo todo en tipologías de *objetos* que pueden ajustarse mediante un mecanismo de sucesión hereditaria. Actualmente, casi todos los sistemas de CAAD están diseñados conforme al paradigma de la programación Orientada a Objetos (OO), basada en modelar los conceptos del programa como los objetos reales, agrupando estructuras de datos y comportamiento. De este modo, las clases y funciones que constituyen la interfaz con el operario/a pueden mimetizar, hasta cierto punto, los conceptos y operaciones empleados convencionalmente por un usuario/a típico/a. En un sistema de CAAD no es necesario mostrar todos los objetos al operario/a, aquellos que no tengan significado para el diseñador/a

pueden permanecer ocultos. Generalmente, según [RUMB1991], los rasgos que caracterizan un modelo OO son: identidad, clasificación, polimorfismo y herencia. Desde el punto de vista del usuario/a de un sistema de CAAD, "identidad" significa que los datos están organizados en entidades discretas, distinguibles, denominadas objetos. Los objetos con la misma estructura de datos e idéntico comportamiento están "clasificados" en clases (por ejemplo: muro, piso, puerta, ventana...). "Polimorfismo" se refiere a que una misma operación puede funcionar de modo diferente, aunque generalmente análogo, en clases distintas (por ejemplo, en muchos modeladores es posible editar gráficamente los atributos de objetos de distinto tipo usando manipuladores similares). Finalmente el mecanismo de "herencia" permite compartir atributos y operaciones entre distintas clases basándose en una estructura de relaciones jerárquicas. Esencialmente, este mecanismo es otro procedimiento de generalización para reutilizar estructuras conceptuales. Algunos sistemas OO implementan un método de herencia múltiple que permite la creación de sub-clases poli-funcionales, al heredar éstas la estructura de más de una clase progenitora (la jerarquía resultante no puede representarse mediante un grafo con forma de árbol, p. 31).

En [LEA_1994] se describen algunos de los aspectos que relacionan los trabajos de Alexander con la ingeniería de sistemas OO. Concretamente, el algoritmo descrito en 1.2 ha podido influir indirectamente en diversas metodologías de descomposición OO para diseño de software. También se examina la estrecha relación entre los *patterns* de Alexander y los objetos de los modelos OO, y se hace referencia a algunos sistemas de CAAD que han empleado el lenguaje de *patterns* descrito en [ALEX1977]. El esquema de Alexander carece, sin embargo, de mecanismo de herencia, mientras que el armazón conceptual de un modelo OO típico está constituido por dos estructuras superpuestas: las relaciones de cada clase con las clases de los objetos que la componen y con sus clases sucesoras o progenitoras.

Presumiblemente, la memoria y la arquitectura conceptual de un ser humano puede describirse aproximadamente como una red semántica, es decir, como un conjunto de nodos o conceptos interrelacionados. La principal ventaja

de los modelos OO es que pueden representar redes semánticas bastante sofisticadas, al conectar un conjunto de clases por medio de relaciones de composición y especialización. En los lenguajes de programación, la tipificación estática de las estructuras de datos permite automatizar el control del direccionamiento de memoria, en la fase de desarrollo de software. En un sistema OO, la relación que existe entre una clase y todos los objetos que son derivados a partir de ella (los que corresponden al tipo descrito por dicha clase), es también de especialización, como las relaciones de herencia entre clases progenitoras y sucesoras. Sin embargo, el proceso de derivar un objeto a partir de una clase es mucho más rígido por las limitaciones de la tipificación mencionada antes: es posible construir objetos parametrizados, pero el rango de variabilidad de dichos objetos debe estar especificado, preprogramado, en la definición de cada clase. La tipificación estática entorpece también la posibilidad de alterar dinámicamente el número y tipo de atributos de un objeto, o incluso su clase progenitora. Algunos otros aspectos particularmente relacionados con el uso del paradigma de objetos en el desarrollo de entornos computacionales para diseño se discuten en [BART1993].

Las estructuras de datos de los programas de CAD (Diseño Asistido por Computadora), programas modeladores y formatos de intercambio de dibujos y modelos-3D básicos, codifican principalmente información geométrica. En algunos casos, existe también la posibilidad de relacionar las entidades geométricas con otras bases de datos conteniendo información no geométrica, específica para ciertas aplicaciones (por ejemplo los sistemas GIS: Geographic Information System). Por otra parte, la mayoría de esos programas permiten automatizar tareas de un nivel superior agrupando entidades o creando secuencias de comandos, por ejemplo para trazar conjuntos de formas parametrizadas. Con estas operaciones se crea información de nivel superior, propiedades y relaciones entre entidades percibidas por el operario/a, que no se almacena explícitamente en la estructura de datos del programa. De este modo, ese conocimiento no puede reutilizarse ni tampoco transmitirse, sin que intervenga un agente *vectorizador* capaz de interpretar la información al nivel superior.

Los sistemas de CAAD ascienden un escalón en el nivel de sofisticación, al disponer de librerías de clases preprogramadas, a partir de las cuales se pueden crear objetos paramétricos, que representan conceptos típicamente usados por los arquitectos/as: cerramientos verticales, cerramientos horizontales, columnas, tejados, escaleras, puertas y ventanas, básicamente. Cada una de estas clases agrupa sub-estructuras de datos conteniendo, principalmente, información geométrica, características físicas y constructivas, y, en muchos casos, información sobre cómo representar cada objeto en diferentes vistas o a niveles de detalle distintos. La funcionalidad de cada clase incluye métodos para editar la información encapsulada, particularmente la forma geométrica, y para propagar los cambios en sus atributos a los objetos relacionados directamente (un objeto de tipo cerramiento-vertical puede ser alargado o acortado manteniéndose plano, por ejemplo, comportamiento que parece imposible lograr con los materiales típicamente usados para construir maquetas, como chapas de plástico o madera, pedazos de cartón o mendrugos de arcilla). Cada clase debe codificar conocimiento sobre su propio modo de comportarse y sobre cómo se relaciona con otras familias de objetos de la aplicación. Particularmente, deben existir restricciones que eviten que la modificación de algún parámetro, que influya en la geometría del modelo, haga que el comportamiento o la forma de algún objeto deje de encajar en el esquema conceptual programado para la clase correspondiente. Estas restricciones pueden limitar la capacidad de editar las formas geométricas, hasta entorpecer tan gravemente la *fluidez* del sistema que resulte casi inservible para el trabajo de diseño. Especialmente, si esa limitación se combina con una formalización del proyecto de arquitectura tan esquemática como la descrita por el conjunto de clases enumeradas antes.

La información procesada por un sistema de CAAD debería codificarse de modo que pudiera ser almacenada, transmitida, o procesada por otra aplicación. La opción aparentemente ideal sería que el formato de codificación fuera estándar, y recopilase la información apropiadamente descompuesta y estructurada en niveles de abstracción, de modo que los datos y el conocimiento representado pudieran ser compartidos por todos los/las agentes y por todos los

programas implicados (incluso actuando remotamente). De no ser así, habría que usar complejos sistemas intermedios de traducción o reconocimiento, capaces de analizar el modelo descomponiéndolo apropiadamente en cada caso. Para poder especificar ese formato ideal de un modo razonablemente sencillo y ordenado es necesario decidir, entonces, qué parte de la información es característica de cada aplicación y cuál es la *esencia* del modelo, aunque sin duda la distinción es sutil en muchos casos. A medida que la estructura de datos de los objetos se vuelve más sofisticada y más completa, deja de tener sentido que esté ligada a un modo único de visualizarla. Por otra parte, la representación de una red semántica suficientemente compleja, por medio de un grafo, parece informe a los ojos de cualquier persona. Las diferentes aplicaciones informáticas, usadas por los/las agentes del diseño y la construcción, deben responsabilizarse de extraer del modelo las vistas (sub-estructuras o nuevos reagrupamientos de la información) apropiadas para que el/la agente correspondiente pueda realizar su parte del proceso. Cada una de estas vistas sólo describe un específico subconjunto de la información de un proyecto, correspondiendo a un punto de mira particular, una interpretación del modelo en el contexto de una aplicación específica. Esa información constituye la interfaz entre el programa y el modelo, mientras el resto de los datos permanecen encapsulados. La estructuración de un formato de descomposición estándar es un problema análogo al descrito en 1.2, para intentar resolverlo concretamente (aunque parcialmente) es necesario limitarse en principio a las aplicaciones conocidas, en vez de intentar adaptarlo a todas las aplicaciones imaginables. En primer lugar el formato debe codificar el conocimiento básico, utilizable por cualquier aplicación, estructurado de una manera apropiada al uso segmentado que harán de él dichas aplicaciones. El conocimiento específico de cada aplicación debe codificarse en parte en la propia capacidad de interpretación del programa, y en parte almacenado como aspectos individualizados anexados al formato estándar. Por ejemplo, la extracción automática de diferentes niveles de detalle de un modelo geométrico está más allá de la capacidad de interpretación de la mayoría de los programas actuales, de modo que dichos niveles deben ser trazados por un ser humano y almacenados para reutilizarlos (en el capítulo 1.8 se detallan estas cuestiones).

La estructura conceptual de los sistemas de CAAD descritos más arriba es la respuesta provisional de esta industria a la necesidad de un modelo constructivo global (p. 6). Un sistema integrado para diseño de edificios debe capturar otros múltiples aspectos, además de la representación geométrica tridimensional y los datos relacionados, incluidos conocimientos sobre conceptos más abstractos tales como partes de edificios, o elementos no constructivos: espacios, relaciones topológicas (es decir, cualquier tipo de asociaciones entre los objetos geométricos)... Todos esos aspectos podrían describirse y manipularse mediante *vistas* particulares, por ejemplo perspectivas cónicas y proyecciones cilíndricas de fragmentos del edificio a diferentes niveles de detalle, medidas y localizaciones de elementos constructivos, gráficos de circulación o de conexión entre espacios, diagramas estructurales, diagramas de instalaciones, listas de materiales y componentes, tablas de costes... Un sistema completo para diseño de edificios debe incorporar, además, un modelo de datos de productos para representar los componentes industriales de la construcción. Un producto industrial participa en multitud de procesos desde su diseño hasta su deshecho, y puede ser descrito también desde diversos puntos de vista, correspondientes a distintas disciplinas o momentos del ciclo de vida del producto: sistemas de ensamblaje, configuraciones, lista de materiales... Existen, en este sentido, diversas iniciativas para especificar formatos estándar capaces de describir datos de cualquier producto industrial para cualquier propósito, a lo largo de su ciclo de vida (diseño, fabricación, uso, mantenimiento y desechado o reciclado), interpretables por cualquier sistema de software, que se mantengan completos y consistentes al ser editados. Un modelo de datos de producto, repitiendo a escala reducida los objetivos del modelo de edificio total, debe estandarizar las estructuras de datos usadas por la industria, procurando: eliminar las "islas de automatización", independizar los datos de las aplicaciones de software específicas y facilitar la comunicación entre los diferentes empresas y profesionales [FOWL1996].

Un modelo global como el descrito en los párrafos anteriores permite documentar cualquier proyecto de edificación típico de un modo eficaz e integrado. Una vez elaborado el modelo, es también posible evaluar aspectos

diversos del diseño mediante programas simuladores o aplicaciones que chequeen el cumplimiento de ciertos requisitos (1.7). Pese a sus ventajas, sin embargo, dicho modelo resulta excesivamente rígido para ser utilizado en la fase de diseño que permanece, por tanto, desintegrada. Algunos sistemas de CAAD incluyen herramientas que facilitan la elaboración de un proyecto, comenzando en un nivel de abstracción superior, a partir de unas formas geométricas que representen un boceto volumétrico del edificio. Sin embargo, tanto el abanico de formas utilizables como el modo de rellenar ese boceto con objetos están restringidos por las rígidas relaciones preprogramadas entre dichos componentes. Para superar estas limitaciones, lo que se necesita es un modelo de datos que permita representar el pensamiento del diseñador/a mientras proyecta, es decir, que pueda capturar sus amorfas, imprecisas decisiones e intenciones, a menudo fruto de un proceso mental aparentemente irracional.

En [SOLA2000] se plantea la necesidad de descubrir unos elementos verdaderamente invariantes, tales que podamos comprender el medio ambiente construido como una estructura analizable mediante combinaciones de dichos elementos. Este propósito se deriva de las ideas de C. Alexander quien, tras observar la variabilidad de los tipos usados normalmente para clasificar las percepciones humanas de los objetos construidos, dirigió su mirada hacia las relaciones entre dichos elementos hasta concluir que ellos mismos son sólo patrones de relaciones, y que son estos patrones los constituyentes de la estructura de un edificio o una ciudad. Así pues, la tesis es que los átomos de la estructura del medio ambiente construido son las relaciones entre elementos (calles, edificios, muros, columnas, ventanas, puertas...), que los procesos mentales de un diseñador/a pueden ser representados como patrones de relaciones, y que el conjunto de elementos y relaciones configura una red semántica que puede ser descrita mediante un modelo de datos OO. Cada objeto está caracterizado como una estructura de relaciones entre otros objetos, y esta estructura codifica la mayor parte de la información del modelo, en forma de patrones de diseño paramétricos. La representación de esos patrones requiere el uso de un nivel de abstracción más alto, que permita categorizar conceptos no constructivos tales como espacio, corredor, apartamento,

estructura... cuyo uso supondría una clara ventaja en las fases iniciales del diseño. Cada patrón debería capturar ideas abstractas sobre soluciones a problemas de diseño, en forma de sistemas de relaciones entre objetos de nivel inferior.

Una vez más reaparece en este capítulo la cuestión de la hipotética existencia de estructuras conceptuales invariantes, modelos estándar o lenguajes comunes. Es razonable admitir que las redes semánticas que representan los esquemas conceptuales de diferentes personas tienen una estructura aproximadamente isomorfa a dos niveles:

- Al nivel genético, en cuanto la configuración inicial de las redes neuronales que son el sustrato del pensamiento está codificada en un material genético semejante.
- Al nivel memético, es decir, al nivel de los medios lingüísticos que usamos habitualmente para comunicarnos; aunque en este caso sólo se puede admitir la semejanza parcial entre miembros de grupos que compartan determinados códigos lingüísticos.

Sin embargo, también hay que considerar la presumible existencia de entidades a otros niveles de abstracción, tales como componentes sub-lingüísticos, o sub-conscientes, o conceptos procesados mental e individualmente que no somos capaces de transmitir (super-lingüísticos) a los que solemos denominar imágenes, visiones... ¿Basta que ciertas sub-estructuras correspondientes a diversos sujetos sean isomorfas para suponer que lo son las estructuras completas?. Si las arquitecturas mentales de todas las personas son variantes, entonces ¿es posible encontrar una abstracción de nivel superior que las condense a todas (regresión infinita)?, ¿es posible clasificar todas las nuevas y creativas formas de resolver problemas arquitectónicos?, ¿es posible programar un modelo de datos adaptado a todas las aplicaciones y puntos de vista concebibles?, ¿es viable poner puertas al mar?. Una idea particularmente interesante de [SOLA2000], en este sentido, es que su modelo de datos permanezca abierto, permitiendo que los objetos puedan reagruparse mediante operaciones de composición o descomposición sobre la marcha, y con la posibilidad de dejar nodos y atributos indefinidos para representar intenciones de

diseño. De este modo, diversos fragmentos de la estructura del modelo podrían representar abstractamente distintos niveles de detalle. Faltaría quizás idear una forma más concreta de visualizarlos de modo que un diseñador/a pudiera interpretarlos y editarlos intuitivamente.

1.3.3. diseño basado en *features*

En las fases iniciales de un proyecto de arquitectura, el diseñador/a debe tomar decisiones importantes fundamentadas en hipótesis inciertas, o en visiones nebulosas, a partir de conocimientos aprendidos o generalizados parcialmente mediante razonamiento basado en casos. Según se exponía en la p. 22, estas opciones iniciales, elegidas a partir de un enfoque parcial y provisional del problema, suelen tener una repercusión muy importante en la configuración final, sufriendo sólo leves modificaciones a lo largo del diseño. Conforme transcurre el proceso iterativo de prueba-y-error, de síntesis y análisis casi integrados, son percibidos nuevos desajustes al concretarse las formas poco a poco, y al mismo tiempo, debería ser posible estimar con mayor precisión la adecuación de las soluciones elegidas transitoriamente. Un sistema de CAAD integrado ideal debería codificar conocimientos que se aplicasen para evaluar sobre la marcha las posibilidades y la adecuación de un ante-proyecto (de modo similar a un procesador de textos que corrige automáticamente la ortografía y puede sugerir sinónimos, mientras el usuario/a escribe). Por ejemplo, debería ser capaz de pre-dimensionar ciertos elementos, de sugerir nuevas líneas de evolución del diseño, y de aplicar algunas restricciones básicas, pero sin limitar artificiosamente el conjunto de soluciones accesibles. Si el planteamiento inicial del diseño no fuese consistente, y no se pudiesen cumplir todos los requisitos simultáneamente, debería ser capaz de evaluar las consecuencias derivadas de flexibilizar ciertas restricciones iniciales, de modo que el diseñador/a pudiera decidir sin titubeos. Todavía podría alargarse más esta lista de deseos, pero quizás ya ha ido demasiado lejos, si esperamos que las computadoras se adelanten tanto a las dudas de los diseñadores/as que todas las incertidumbres sean eliminadas, entonces podrían diseñar solas sin recurrir al operario/a humano/a. Entretanto, en los campos de la ingeniería mecánica y el diseño

industrial, la insuficiencia de los modelos simplemente geométricos para evaluar diversos aspectos de los productos en fases intermedias del diseño, ha conducido al desarrollo de modelos basados en entidades de información más abstractas denominadas *features*. Estos objetos representan características o partes de un producto (composiciones geométricas, abstracciones funcionales, construcciones geométricas describiendo métodos de fabricación...), agrupando propiedades y conocimientos útiles para efectuar razonamientos sobre dicho producto. En general se acepta que ninguna colección estándar de definiciones de *features* puede ser completa, de modo que los sistemas de modelado basados en este paradigma deben ser abiertos, en el sentido de incluir medios para crear nuevos tipos de *features*. Estos sistemas son una variante de los sistemas OO, en los que los conceptos no están representados por un modelo de datos y relaciones preprogramado, completo y rígido, sino que dicho modelo basado en *features* puede crecer y ser reestructurado durante el diseño.

En [LEEW1999] se describe un sistema de CAAD en el que se ha adaptado un modelo basado en *features* para representar una red conceptual flexible y extensible. Cualquier actividad perceptiva humana, y específicamente un proceso de diseño, tiene una naturaleza dinámica. El sujeto cambia de actividad y de punto de vista de un modo arbitrario, en una secuencia impredecible, combinando y generando información al descubrir nuevas relaciones entre conceptos. De este modo, los diseñadores/as son capaces de alterar el planteamiento inicial del problema, y pueden aprender mientras diseñan, descubriendo nuevas ideas, métodos, reglas. Todo ello sugiere que el esquema conceptual de un sistema de CAAD no puede estar fijado de antemano en un estándar o en un modelo propiedad de una determinada empresa de software. La estructura de la información debe ser definida y evolucionar durante el proceso de un diseño, pudiendo acomodar esquemas de datos imprevistos. La reestructuración del modelo conceptual puede provocar un cambio en la percepción del papel de ciertas partes del modelo, del significado de ciertos conceptos. Un concepto similar puede ser usado de diversas maneras en un mismo modelo.

Para desarrollar un sistema que cumpla estos requisitos, en [LEEW1999] se representa cada concepto por medio de un *feature*: una colección de información de alto nivel, que puede emerger durante el diseño, definiendo un conjunto de características o conceptos con un contenido semántico en una vista particular durante el ciclo de vida del edificio. Cada *feature* almacena información, en forma de datos y relaciones con otros *features*, y comportamiento, como acciones que deben ejecutarse en respuesta a ciertos eventos. Para representar las relaciones entre los *features*, se han clasificado los vínculos típicos entre entidades de información de modelos de productos arquitectónicos en cuatro categorías: especialización, descomposición, asociación y especificación. Un sistema de CAAD debe contener *features* representando conceptos a múltiples niveles de abstracción tales como espacios, límites entre espacios, funciones, recorridos, restricciones, dependencias... Naturalmente, los diferentes niveles no están rígidamente separados, sino que comparten información por el hecho de que las relaciones entre las entidades conectan a menudo niveles distintos. El modelo de datos propuesto en [LEEW1999] comprende una librería de *features*-tipo genéricos predefinidos, y un conjunto de *features*-tipo específicos creados por el diseñador/a en cualquier momento del proceso. Las relaciones a nivel tipológico entre estas clases deben corresponder a una cualquiera de las cuatro categorías citadas antes. La novedad principal respecto a los sistemas OO convencionales es que, en este caso, el diseñador/a puede definir nuevas clases ajustadas a sus necesidades y puede alterar cualquier *feature*-tipo durante el proceso de diseño. El usuario/a del sistema puede crear también *features*-derivados a partir de cualquiera de esos tipos. Finalmente, es posible definir relaciones, de las cuatro categorías anteriores, entre esos *features*-derivados, para permitir la representación de estructuras conceptuales ad hoc, no definidas a nivel tipológico. Este mecanismo dota a los *features*-derivados de una mayor versatilidad de la que tienen los objetos paramétricos derivados en un sistema OO normal (p. 42). En definitiva, este sistema permite modificar el estado de los *features* o la estructura de la red conceptual, alterando el valor de los atributos de los *features*, reemplazando o borrando *features* completos, o modificando,

añadiendo o eliminando relaciones entre dichos *features*. Al ejecutar cualquiera de estas acciones, los *features* pueden reaccionar en respuesta a diferentes eventos o modificaciones.

La mayor flexibilidad de este modelo exige que el sistema se encargue de tareas típicas de un programa compilador, evitando las definiciones circulares de tipos y asegurando la integridad del modelo en todo momento, propagando los cambios en los *features*-tipo. Por otra parte, para extraer información de la base de datos el sistema debe buscar relaciones entre *features*-derivados además de vínculos a nivel tipológico. El diseñador/a adopta en parte el papel del programador/a pudiendo organizar un esquema conceptual más adaptado a su propia configuración semántica en cada instante, formalizando su percepción del problema, añadiendo manualmente nuevos *features* no preprogramados que representen los conceptos y las restricciones percibidos, e interrelacionándolos por medio de nuevos vínculos. Esta formalización cumple el papel del conjunto de desajustes posibles que se usaba en 1.2, pero considerando ahora la posibilidad de que cambie a lo largo del proceso de diseño. Las nuevas estructuras conceptuales podrían ser reutilizadas en otros diseños, pero un abuso de esta práctica tendería a rigidizar el uso del sistema. En cualquier caso, codificar manualmente el modo en que los cambios en el valor o la estructura de ciertos *features* se deben propagar a los restantes *features*, en ocasiones incluso a diversos niveles de abstracción, es una tarea demasiado compleja como para que haya que abordarla con frecuencia.

El diseñador/a debería formalizar el problema inicial en términos de *features*, resultando una especie de collage de componentes conceptuales a diferentes niveles de abstracción: unos definiendo especificaciones generales (por ejemplo, una relación topológica, el espacio A debe estar conectado con el espacio B), mientras que podría haber otros muy concretos, incluso restringiendo la forma de determinados espacios o elementos constructivos. Esta representación es informe a los ojos del diseñador/a, que no es capaz de descubrir rasgos estructurales que le ayuden a prever las implicaciones derivadas de manipulaciones del modelo. El sistema debería auxiliar al operario/a en este punto resolviendo las restricciones [VRIE1998], flexibilizando

algunas de ellas si el modelo es incompatible, y representando el conjunto de todas las soluciones posibles de un modo más concreto, para que el diseñador/a pudiese percibir nuevos rasgos formales que le permitiesen reorganizar manualmente los *features*. Sin el auxilio de esa representación, el diseñador/a seguiría encontrándose en el atolladero de 1.2, y sería incapaz de hacer converger el diseño a una solución aceptable. Hipotéticamente, esta visualización más concreta sólo podría obtenerse automatizando la modificación del modelo de *features*, de dos maneras distintas:

- Reestructurando mecánicamente el modelo, empleando una capacidad automática de descubrir rasgos de alto nivel de la que carezca el diseñador/a (semejante al algoritmo descrito en 1.2).

- Propagando las restricciones de alto nivel hasta un nivel representable geoméricamente, creando automáticamente restricciones y dependencias que permitan que los elementos constructivos del modelo se comporten como el diseñador/a esperaría (¿?).

Parece una misión imposible codificar las restricciones físicas a alto nivel, es decir, como un conjunto de reglas heurísticas correctas o un sistema de razonamiento que permita hacerse una idea de la disposición y tamaño de los componentes estructurales o del equipo de acondicionamiento por ejemplo, antes de que se haya precisado la forma del edificio a bajo nivel. Si el objetivo es que el diseñador/a trabaje efectuando operaciones a cierto nivel de abstracción, en vez de tener que decidir la forma de todos los elementos de bajo nivel, entonces el sistema debería encargarse automáticamente de esa pesada tarea. La cantidad de restricciones que el sistema fuese capaz de resolver automáticamente, determinaría la cantidad de variantes y ramas de búsqueda de las que debería ocuparse el diseñador/a, sacándole en parte del callejón sin salida de 1.2 al reducir el tiempo de convergencia hacia a una solución adecuada. Si el sistema pudiera resolver mecánicamente un número suficiente de restricciones entonces podría diseñar autónomamente: si fuera posible que un sistema de CAAD encapsulase toda clase de conocimientos relativos a diseñar edificios a bajo nivel, de modo análogo a como lo hace un sistema de CAD típico con el conocimiento geométrico, entonces podría bastar con la

redacción del programa de necesidades para obtener automáticamente una solución a un problema de arquitectura. Estas cuestiones volverán a tratarse en 1.7 y 1.8.

En los sistemas de diseño industrial mediante modelado paramétrico de sólidos, el empleo de una capa de abstracción basada en *features*, como interfaz con el usuario/a, supone un aumento de eficiencia y productividad respecto a los clásicos métodos de representación puramente geométrica. El empleo de abstracciones de alto nivel, como *features*, esquemas o restricciones, en la creación y edición de los modelos, puede reducir la intervención del diseñador/a, siempre que el sistema pueda reconstruir el modelo geométrico a bajo nivel. Sin embargo, en muchos casos el sistema no es capaz de propagar estos cambios, de arriba abajo, de una manera consistente con las intenciones del diseñador/a [SHAP1995]. En un contexto más amplio, dado que una noción abstracta puede concretarse de múltiples maneras, existen diversas opciones, o bien el sistema es capaz de considerar todas las posibilidades y de elegir una de ellas como la solución más adecuada independientemente de la opinión del diseñador/a, o bien el sistema recurre a unas rígidas opciones por-defecto preprogramadas y el diseñador/a debe adaptarse a ellas, o bien el sistema es capaz de reconocer fluidamente las intenciones del operario/a, o bien éste se encarga de propagar los cambios manualmente o de programar un modo ad hoc de hacerlo. Finalmente, existe otro enfoque de esta cuestión, estrechamente relacionado con la tercera opción: la programación de sistemas capaces de reconocer *features* de alto nivel a partir de modelos de bajo nivel de abstracción, y de configurar automáticamente un esquema conceptual apropiado. Este tema se abordará en 1.6 y 1.8.

Haz tus espacios suficientemente grandes, hermanito, de modo que puedas caminar por ellos libremente, y no sólo en una dirección predeterminada. ¿O es que estás seguro de cómo serán usados? No sabemos en absoluto si la gente hará con ellos lo que nosotros esperamos que hagan. Las funciones no son tan claras y constantes: cambian más rápido que el propio edificio.

un fragmento cualquiera de la naturaleza proporciona inagotables posibilidades de definición formal. Así pues, la observación de este fragmento con miras a su reproducción gráfica es, esencialmente, una operación simplificada. Esta selección, esta elección, es a la vez voluntaria (elección del tema) e inconsciente, pues el artista, tan pronto como mira, proyecta sobre el caos perceptivo la rejilla selectiva de sus propias estructuras mentales.

[BARR1968] quiero explicarlo. El mito es atemporal. La realidad no me interesa, no me basta. Las películas que pretenden ser reales me resultan falsas, y las que parecen falsas, a veces me resultan mucho más reales.

dorado. El buscado kitsch se subraya con cuerdas doradas terminadas en borlas, que amarran el monumental corazón. Los elementos cursis puede enunciarse el drama...

do que la vieran an. Para aumentar todavía más la dificultad, cuanto más complejo es el animal, más numerosas y diversificadas son las funciones de sus genes. En el proceso de la evolución, "la naturaleza siempre escoge la solución más parsimoniosa. No crea ningún gen, pero asigna nuevas funciones a aquellos de que dispone". Ello da como resultado unos genes que, en seres relativamente rudimentarios como las bacterias, sólo rigen unas pocas operaciones y que, en los vertebrados, llegan a intervenir en una infinidad de situaciones, desde el desarrollo del embrión hasta la comunicación celular del adulto. "Evidentemente, cuando remueves algo ahí dentro, provocas un desorden indescriptible" ... "Sin duda es la razón por la que los organismos complejos evolucionan más frecuentemente por saltos que los organismos sencillos".

Este tipo de tarea nos enfrenta todos los días, constantemente, incluso cuando no vemos nada más complicado que un par de naranjas, lado a lado, sobre una mesa. Al ver dos naranjas una al lado de otra, y no naranja y media al lado de media naranja, hemos reconocido acertadamente los componentes estructurales (acertadamente, por cierto, porque en tanto que podemos tomar una naranja y dejar la otra donde está, no podemos tomar una naranja y media, y dejar sobre la mesa una mitad de naranja). Köhler y Wertheimer llamaron la atención sobre el hecho de que hasta un acto cognoscitivo aparentemente tan sencillo como éste constituye, en realidad, algo que exige una operación perceptiva bidos, sino de aplicarles voluntariamente el entendimiento, ¡con lo que cuesta eso...!

Mientras se dedicaban a su forma favorita de vuduismo tecnológico durante los últimos cuarenta años (es decir, a investigar métodos industrializados de prefabricación), los arquitectos han ignorado hasta hace muy poco la industria del hogar móvil. Esta industria, sin ayuda de arquitectos y aplicando una tecnología tradicional -esencialmente la carpintería, que está relacionada con los métodos innovadores de distribución- está produciendo actualmente un quinto del total anual de viviendas en Norteamérica. [VENT1977]

Hacer una sala pregunta el her. algún día acabará la utilización como herramienta de marketing de "programas de ordenador desarrollados para la industria aeroespacial que permiten construir formas imposibles"

Ingenieros y contratistas, poderosos y metódicos por naturaleza, han tendido a adaptar el funcionamiento de las computadoras a su propia imagen, en tanto eran incapaces de concebir otra manera de hacerlo. Añadieron algunas características especiales, introduciendo variaciones en la apariencia, de modo que 'el arquitecto pudiese hacer su papel' ... Reprodujeron principalmente sus propias jerarquías y compartimentos: hemos visto procedimientos donde las secuencias no permitían realimentación, concebidas en base a la imagen del diseñador jefe que pasa instrucciones por debajo de su puerta al constructor, al dibujante y al obrero, idiotas por definición. [KROL1983]

El nacimiento del componente industrial tuvo lugar con las primeras armas Remington, en las que cualquier pieza debía adaptarse a cualquier arma.

cios. Ahora sólo representa una mínima parte de ese trasiego. Lo que queda es un mercado donde lo que se persigue es ganar lo máximo en el menor tiempo posible. Ahí radica la fuente de todos los desequilibrios.

está trabajando con la ayahuasca, una planta que los chamanes de los pueblos indios del Amazonas utilizan como un interfaz entre uno mismo y su conciencia. Y todas estas cosas, en un mundo de horribles promesas, de matrimonios, amantes. Son dramas. Mientras estos niveles de abstracción se mantengan separados, se puede mantener una visión coherente de la casa. Sin embargo, si son mezclados, surgirán absurdos. Por ejemplo, la frase, "Mi casa consiste de varios miles de libras de carbono, algunos polímeros complejos, alrededor de 500 ladrillos, dos baños y 13 techos" es ridícula.

demostrar si es verdad o mentira que entre los faloprosos son los machos los que incuban los huevos, es una cuestión de la zoología. Demostrar si tiene sentido demostrar que dicho enunciado es verdadero o falso, de acuerdo con la zoología, es una cuestión para la metazoología. La estructura de los edificios se calcula de arriba abajo (geométricamente, no conceptualmente). Quizás en algunas ocasiones el diseño general de la estructura pudiera adaptarse a las condiciones de un terreno determinado, pero en la mayoría de los casos éste sólo influye en el cálculo y diseño de las cimentaciones. Realmente, en cualquier estructura hiperestática la deformación de los apoyos sobre el terreno condiciona la distribución de los esfuerzos. Pero en los cálculos que se hacen habitualmente ese efecto se desprecia, la estructura no se considera globalmente y los asentamientos de las cimentaciones no se tienen en cuenta. [CAND1985]

En realidad, la economía tiene lugar en otro terreno, en el que ésta es difícilmente justificable; en el terreno del raciocinio. Pensar constituye siempre un esfuerzo penoso, y es inconcebible la cantidad de trabajo que la humanidad es capaz de realizar con tal de ahorrar ideas y conservar las maneras habituales, y rutinarias, de hacer alguna cosa. [CAND1985]

La producción y repetición en masa fue sin duda uno de los cimientos inamovibles del Movimiento Moderno.

PLAY uno de los cimientos inamovibles del Movimiento Moderno. La costumbre de disponer de productos industriales transportables y aproximadamente irrompibles, poca gente percibe que la estructura de los edificios está diseñada ad hoc, de modo que si por arte de magia los pusiésemos boca-abajo se desmoronarían sin remedio ... las tracciones se convertirían en compresiones, los negativos en positivos, y viceversa... incluso bastaría inclinarlos un poquito para que se derrumbasen verticalmente ... ¿tal vez creían que la torre de Pisa se caería de costado?

Las proporciones óptimas de las estructuras resistentes proyectadas con arreglo a puntos de vista puramente estáticos (y como consecuencia también económicos) son, esto lo hemos comprobado en repetidas ocasiones, una función del material y de la escala. Esta es la explicación más profunda de la dificultad que se opone a la prefabricación industrial de estructuras resistentes sometidas a tensiones elevadas ... También esta es la causa por la que hay que volver a proyectar y calcular por separado la mayoría de los miles de puentes que se construyen. [HOSS1972]

son; el otro utiliza su dinero para hurgar en la basura de su competidor.

—El escrutinio de la basura, según parece, no sólo no es ilegal, sino que es una práctica común. La práctica está tan institucionalizada que tiene un nombre: *Competitive intelligence*, inteligencia competitiva. "Casi todas las compañías del Fortune 500 cuentan con personal interno de la

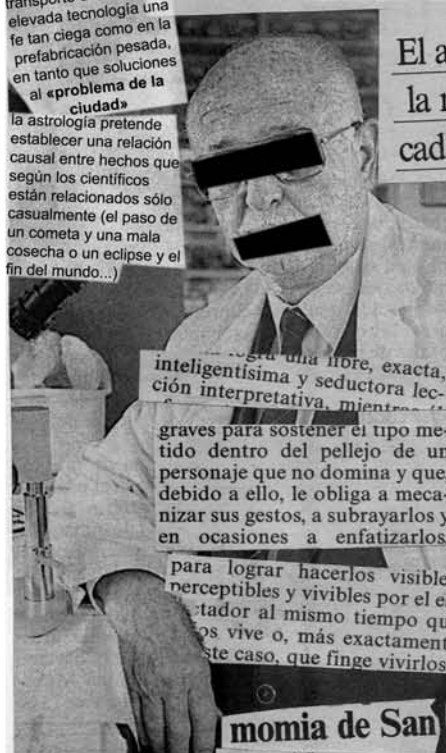
Forma parte de las misteriosas naturaleza de la profesión de arquitecto/a el hecho de que no esté mal visto utilizar un diseño idéntico en dos edificios del mismo conjunto urbano, pero esté mal visto hacerlo si las casas pertenecen a promociones distintas.

Muchas exposiciones «populares» de la ciencia logran una simplicidad aparente al describir algo diferente, algo considerablemente distorsionado, de lo que pretenden estar describiendo. El respeto hacia nuestro tema no nos ha permitido hacer

antes regentan un local de copas con cuyos beneficios conviven en una casa anexa, también llena de cámaras; Encadenados, en el que una chica convive atada con grilletes a cinco chicos durante seis días y debe eliminarlos de uno en uno hasta decantarse por su pareja ideal; Quién es el topo, con diez personas que viajan tres semanas y deben averiguar quién boicotea la convivencia entre ellos; o Dinero por tu vida, en el que los propios concursantes graban momentos interesantes de su existencia.

"Es muy posible que el cuerpo que hay en San Plácido sea el de Velázquez"

en una época que empezaba a depositar en los sistemas de transporte de masas de elevada tecnología una fe tan ciega como en la prefabricación pesada, en tanto que soluciones al «problema de la ciudad» la astrología pretende establecer una relación causal entre hechos que según los científicos están relacionados sólo casualmente (el paso de un cometa y una mala cosecha o un eclipse y el fin del mundo...)



grava una libre, exacta, inteligentísima y seductora lección interpretativa, mientras...

graves para sostener el tipo metido dentro del pellejo de un personaje que no domina y que, debido a ello, le obliga a mecanizar sus gestos, a subrayarlos y en ocasiones a enfatizarlos.

para lograr hacerlos visibles, perceptibles y vivibles por el espectador al mismo tiempo que vive o, más exactamente en este caso, que finge vivirlos.

Los análisis prueban que la momia de San Plácido no es la de Velázquez

el problema del relleno, en los edificios actuales: ¿cómo se podrían rellenar de un modo flexible y sistemático los huecos entre los componentes prefabricados?

El antropólogo cree que la reconstrucción del rostro del cadáver desentrañará el misterio

Se trata de un complejo de 300.000 metros cuadrados en el que podrán vivir y trabajar los jóvenes creadores. La ciudad del arte tendrá una zona residencial para aproximadamente 1.000 personas, que además contarán con estudios de grabación, salas de exposiciones, patios, zonas comerciales especializadas, centros de formación y hasta un auditorio con capacidad para 45.000 asistentes. La inversión supondría unos 20.000 millones de pesetas, que saldrían conjuntamente de los ayuntamientos implicados. Co...

sea lo que fuere además, no iba a ser una de esas insostenibles obras hechas a base de matemáticas y músicos que subsisten en el metro. Con este proyecto, lo que buscamos es la rentabilidad social del arte".

Es analógico-formal, y aunque en la Baja Edad Media, existirían médicos que afirmaran que esta analogía indicaba que las nueces curaban las enfermedades del cerebro, hoy tildaríamos de analfabeto o de charlatán (todavía los hay) a todo aquél que sostuviera una tesis semejante. No volvíamos a ver. Porque escuché, junto a serenas intervenciones, una sarta de mentiras, infundios, insultos y prejuicios éticos, morales e incluso estéticos, en un ambiente de char-bacana confianza, absolutamente vergonzoso.

me cuentas "NO ES POSIBLE ACCEDER A LO SOLICITADO" en carta particular. reyes y los hipnotizadores han curado a gente, especialmente gente histórica. Nuestros nietos, sin duda, mirarán a los psicoanalistas de hoy no con el mismo divertido desdén con que hoy miramos la astrología y la frenología.

disciplina. Incluso resulta estúpido hablar hoy en términos artísticos de la arquitectura de las reformas que están sufriendo las casas, desde el placado de la fachada hasta el cerramiento de cuerpos o vuelos, lo que «se ve agravado por el hecho de que se está haciendo de forma no unitaria». ¿Diseñar sin dibujar? ¿No será algo así como escribir sin escribir... cortando y pegando fragmentos de texto?

El voto digital desde casa todavía tendrá que esperar

La estructura piramidal, con hamburguesas ayuda a los niños seropositivos. — Una investigación británica no encuentra ninguna correlación entre los estudios de derecho y los partos por cesárea. agencia: "La satisfacción mental de quienes sufren un accidente de avión es mejor que la de los pasajeros que no lo sufren, según un estudio". Verdaderamente, el que no tiene una buena salud mental es porque no quiere. ¡Con lo fácil que es tener un accidente de avión! Con las correlaciones estadísticas se puede alcanzar casi cualquier conclusión imaginable. Científicos japoneses anunciaron ayer el nacimiento de un ternero procedente de la clonación de otro ternero a su vez clonado de un tercero. Se trata del primer caso de clonación sucesiva de un mamífero grande. El Instituto de amplios márgenes de libertad.

Un visitante tropieza y tira un cuadro de la exposición de Velázquez en Sevilla. — La mezcla de fármacos presentes en nuestras predicciones se basan en la teoría de la Onda de Elliott, que emplea la proporción áurea para sus previsiones sobre la evolución de los mercados financieros", explica. "La razón áurea se presenta en muchos aspectos de nuestra vida. Por ejemplo, las galaxias se desarrollan con arreglo a esta proporción, la araña teje su tela según la misma; la pirámide de Gizet se construyó tomando como base esta proporción; Leonardo Da Vinci la utilizó en sus cuadros..."

na, una propuesta de autorregulación del sector audiovisual, que tiende a potenciar la posibilidad de que el sector se ordene a sí mismo.

El Reino Unido admite militares transexuales en puestos de oficina. Lamentando no poder acceder a lo solicitado. — Si he de serle sincero, sufre mucho. Tanto cristal, tanto calor, tanta gente y tan poco aire acondicionado... era como un horno crematorio. — ¡No me diga eso! ¡Se habría averiado el aire acondicionado! algunas de estas especulaciones, que condujeron a Kepler entre otros, a especular sobre la armonía del cosmos, tiene un paralelo sorprendente en la ciencia moderna: se ha mostrado que en ciertos escenarios, que describen la desaparición del orden y la transición hacia el caos, la proporción áurea caracteriza algo así como la doblega a los deseos de sus usuarios. La pornografía, por ejemplo, se está convirtiendo en un óptimo sistema para implantar aceleradamente las nuevas tecnologías. En este punto aportó algunos datos para demostrarlo: así, el 68% del comercio electrónico es pornográfico.

la competencia, ha asegurado que en su política interna figura la prohibición de alterar o retocar las imágenes emitidas en los informativos. En igual sentido se

1.4. otros esquemas reutilizables

A largo de todo el siglo XX, ante el éxito de la Revolución industrial, repetidamente se ha planteado la cuestión sobre qué papel debía cumplir en la construcción del hábitat humano la organización a gran escala de los sistemas productivos. Todos los/las agentes implicados han ofrecido respuestas, presuntamente racionales, basadas en enfoques parciales de cuestiones tales como la eficacia o la calidad, tratando de alcanzar sus propios objetivos. Por un lado era patente la necesidad de construir viviendas en masa y abaratar su coste de fabricación, por motivaciones sociales, o para aumentar el beneficio, lo cual debía favorecer asimismo un incremento de la producción. Por otra parte, se suelen entremezclar los argumentos sobre racionalización a pequeña escala y a gran escala, cuestiones sociales, preferencias estéticas, criterios sobre logística y marketing... De este modo, incluso en los países más desarrollados, a finales del siglo la construcción de edificios difícilmente puede considerarse una actividad industrializada. Pese a la creencia legendaria en que el movimiento moderno arquitectónico fue una inevitable consecuencia del progreso tecnológico (la mecanización toma el poder), lo cierto es que están relacionados de un modo misterioso. Con frecuencia muchos diseñadores/as debieron percibir esta relación *comprimiéndola*, como una auto-referencia, solapando dos niveles de abstracción: los edificios contruidos por medios industriales se parecerían a las factorías en las que se producían los componentes prefabricados. En otras ocasiones, importantes edificios se han diseñado independientemente de su contexto físico y aislados del sub-sistema-entorno, o incluso independientemente del programa funcional, reduciendo las restricciones iniciales al mínimo posible, con el demagógico argumento de la flexibilidad. Al pretender supuestamente aislar los aspectos esenciales e invariantes del problema, el planteamiento es *peinado* sucesivamente hasta que el rastro restante puede parecer la leve huella de cualquier otra cosa diferente. Es frecuente encontrar en las ciudades modernas edificios aislados con cierto número de fachadas injustificadamente semejantes o grupos de viviendas compuestos de edificios idénticos dispuestos en diferentes orientaciones, contruidos además mediante procedimientos en los

que la producción en serie no supone ningún ahorro. En las oficinas de diseño de arquitectura, los métodos de reutilización para aprovechar al máximo el trabajo tedioso han evolucionado desde el uso de plantillas y métodos para calcar dibujos (papeles traslúcidos, por ejemplo), pasando por el empleo de fotocopadoras, hasta llegar al uso de computadoras.

La fabricación masiva de series de objetos idénticos asistida por medios mecánicos conlleva un incremento de la producción, que permite amortizar los mayores gastos de desarrollo, una mejora en el control del proceso y de la calidad del producto, y generalmente un abaratamiento de los costes de elaboración. Los sistemas artesanales de producción son comúnmente más flexibles, tienen menor impacto ecológico, y permiten elaborar productos más diversos, de gran calidad, pero con mayor lentitud y a un coste más elevado. Entre ambos extremos, se sitúan algunos gravosos y singulares edificios modernos contruidos por medio de componentes intermedios diseñados específicamente: estándares *locales*. A esta tendencia se la ha denominado en ocasiones artesanía industrial, puesto que los componentes son prefabricados por medios tecnológicos, aunque en pequeño número y con elevados costes de desarrollo y producción.

El desafío de la industria es idear sistemas que permitan adoptar las ventajas de la aplicación de medios mecánicos en la elaboración de productos adaptados a necesidades específicas, en vez de series de objetos idénticos. En la construcción, el requerimiento de variedad y flexibilidad no obedece simplemente a una cuestión estética, o a una preferencia social, un componente flexible podría resultar más rentable al ser susceptible de emplearse en múltiples contextos. En [KROL1983] se exponen diversas iniciativas para crear un medio ambiente diverso, que satisficiera a los habitantes, mediante la combinación de métodos artesanales e industriales y el uso de componentes constructivos amables con sus vecinos/as, modelados a partir de ellos/as: desde el empleo de sencillos encofrados parametrizados con guías móviles, para la elaboración de paneles de hormigón, pasando por el uso de sistemas de particiones móviles, hasta el diseño de edificios en los que todas las ventanas son diferentes (con auxilio de computadoras) aunque producidas por el mismo fabricante y al mismo

precio. El enfoque de Lucien Kroll está basado principalmente en la sustitución de los sistemas constructivos prefabricados cerrados por una industrialización mediante componentes abiertos. Los primeros constituyen un deprimente conjunto de estándares rígidos y aislados, mientras que con los segundos se espera lograr diversidad y una total inter-cambiabilidad. A cambio, es necesario especificar reglas de coordinación de dimensiones y secuencias de ensamblaje, tolerancias detalladas y controles de producción, de modo que componentes de fábricas remotas que operan autónomamente puedan combinarse fácilmente. En cualquier caso, salvo que el número de componentes prefabricados distintos sea enorme, o sus parametrizaciones varíen en un rango casi continuo, su uso se hará a costa de grandes redundancias espaciales y estructurales que reducirán drásticamente su rentabilidad. La estandarización de mallas modulares para coordinación dimensional de los componentes, se enfrenta irremediabilmente a interferencias funcionales como la siguiente: las dimensiones de muchos elementos deben responder tanto a necesidades espaciales como estructurales, y ambos requerimientos son de diferente orden de magnitud. Para evitar este tipo de dificultades, se ha sugerido en ocasiones el uso de módulos de proporciones inspiradas en misticismo numerológico y secciones áureas. George Markowsky discute en [MARK_] varias ideas erróneas sobre la proporción áurea, relacionadas particularmente con lo que Martin Gardner llama la Falacia Piramidológica: el uso de todo tipo de malabarismos numéricos para justificar cualquier clase de afirmaciones relativas a las dimensiones de la Gran Pirámide de Khufu (Cheops), del Partenón, de los cuadros de diversos pintores, incluido Leonardo, del edificio de las Naciones Unidas, del cuerpo humano o de la Eneida de Virgilio... Esto no tiene nada que ver con el hecho de que el número irracional denominado proporción áurea tenga ciertas propiedades matemáticas singulares. En un rectángulo áureo, el lado mayor se reutiliza en dos papeles diferentes y solapados, la relación de la longitud del lado grande a la del pequeño es la misma que la relación de la suma de ambos a la longitud del lado grande. Esta simpática casualidad es lo que hace tan popular a esta proporción, que resuena a dos frecuencias distintas en la mente de muchas personas. Y seguramente, una casualidad análoga es la que hizo creer a algunos/as que

podrían obtener una solución redonda reutilizando la estética de la hamburguesa en el diseño de puestos ambulantes de venta de hamburguesas o recuperando la estética fabril para el diseño de edificios industrializados, o la que les llevó a pensar que es posible dibujar "diagramas constructivos" que sean al mismo tiempo una descripción formal y una descripción funcional (p. 30), o que existe solapamiento entre los campos semánticos de los términos "casualidad" y "causalidad"...

En [HOFS1979], el capítulo dedicado a la distinción entre conjuntos recursivamente enumerables y conjuntos recursivos se ilustra con la noción nueva de figuras *recursivas*, y particularmente con la litografía *Mosaico II* de M. C. Escher [ERNS1978]. Este grabado es uno de los más sofisticados e irregulares ejemplos, en la obra de Escher, de particiones del plano de la imagen entre figura y fondo de tal modo que el fondo pueda ser visto, por derecho propio, como una figura. La dificultad de este tipo de imágenes, y su singular atractivo, consiste en que los perfiles de las diferentes *teselas* cumplen una doble función, debiendo caracterizar simultáneamente tanto la silueta de los elementos blancos como la de los elementos negros. Otros muchos dibujos y grabados de M. C. Escher [ERNS1978] están basados en la utilización de elementos que desempeñan funciones múltiples, por ejemplo, en *Otro Mundo I* (1946), *Otro Mundo II* (1947), *Arriba y abajo* (1947) y *Cubo de escalera* (1951), en un mismo punto de fuga confluyen líneas que pueden ser interpretadas como direcciones espaciales distintas (vertical, horizontal...) con orientaciones diferentes (cenit, nadir...) según la zona de la imagen en que concentre el espectador/a su atención. El embaldosado del centro de *Arriba y abajo* (1947) puede ser visto como suelo o como techo. También en *Relatividad* (1953) las líneas del dibujo bidimensional representan direcciones espaciales diferentes según los aspectos y personajes de la imagen en función de los cuales se pretenda interpretarlas. La litografía *Cubo de escalera* (1951) es aún más sofisticada, dado que está compuesta a partir de un área pequeña y modular que una vez reflejada verticalmente enlaza consigo misma tanto por arriba como por abajo. Así, cada aspecto del módulo debió ser diseñado tanto en función del enlace superior como del enlace inferior.

Es curioso que en las imágenes de la cámara... inventamos ideas tales como «índice de refracción» o «compresibilidad» o «valencia» que nos ayudan a calcular de manera aproximada cuando existe una enorme cantidad de detalles ocurriendo por debajo. Es algo análogo a saber las reglas del ajedrez -que son sencillas y fundamentales- comparado con ser capaz de jugar bien al ajedrez, lo que implica el comprender el carácter de cada posición y la naturaleza de varias situaciones -lo que es mucho más avanzado y difícil-.

Richard P. Feynman

...el automóvil. La invención y el desarrollo patológico de este instrumento de transporte son un producto típico de nuestra generación, y su evolución uno de nuestros mayores orgullos. Sin embargo, resulta evidente, sin necesidad de análisis minuciosos, sin más que considerar los congestionamientos de tráfico, el problema de estacionamientos y la contaminación de la atmósfera, para no mencionar otros muchos factores degenerativos, que **no es posible hacer habitables nuestras ciudades mientras exista el automóvil.** [CAND1985]

hasta que me gustó de las propuestas no tienen ninguna coherencia porque no parten de una idea clara de la ciudad que se quiere. Es un catálogo de medidas que tratan de satisfacer a todo el mundo y, al final, son contradictorias. La banda sonora podría tener como base el chirriante sonido de calle son... bocinas de coche acompañadas por el rugido del motor, las voces superpuestas de los viandantes y la música de radios que se alejan... que hacen pensar que va más allá de la tarea. La complejidad invarianza a diferentes niveles de abstracción: Un problema de diseño suele plantearse explícitamente por medio de un programa que indica el número, usos y tamaño aproximado de los espacios, pero no especifica las relaciones entre dichos espacios. Diseñar el sistema de conexiones es por tanto una de las principales tareas del arquitecto/a. Dos proyectos distintos, sujetos al mismo programa inicial, pueden adoptar un esquema de conexiones espaciales diferente. Dos proyectos distintos, sujetos al mismo programa inicial, y que opten por el mismo esquema de conexiones espaciales, pueden diferenciarse por la configuración particular de los espacios. Finalmente, dos proyectos caracterizados por una misma configuración de espacios y de conexiones espaciales pueden distinguirse por la composición de los cerramientos. ([MITC1990] muestra planos de diversas casas de Frank Lloyd Wright que comparten el mismo diagrama de adyacencia entre espacios, y que son por tanto, según William J. Mitchell, equivalentes ante transformaciones continuas no lineales.)

Dando acceso a herramientas que automáticamente generen los aspectos visuales y funcionales de escenas y modelos de entornos, a partir de especificaciones de alto nivel y un sistema de control, permitimos que el profesional creativo efectivamente multiplique su capacidad de desarrollar contenidos.

SIMULACIÓN:

... las megaestructuras ... bajo la forma de grandes modelos, hicieron que los problemas de diseño urbano fueran más fáciles de manejar, no intelectual o metafóricamente, sino literalmente, agarrándolas con la mano y desplazándolas con los dedos ... mediante métodos de «cortar y pegar», en la estructura y en los volúmenes que contenía ... cuán a menudo los modelos se construían a escalas en que las unidades individuales, como las cápsulas, eran de un tamaño literalmente «manual». Por encima del deseo de que fueran manipulables, ello se debía también a la deliberada elección de componentes que, procedentes de las tiendas, ya estaban hechos (ready-made); tomando esta palabra casi en la acepción de Marcel Duchamp, pues se utilizaban libremente jaboneras de plástico, botes de condimento, cubetas de revelado fotográfico y cosas por el estilo, para simular cápsulas, plataformas y unidades de servicio.

Además, se podía disponer con facilidad de componentes tomados de los modelos plastificados de aviones y de avios de vehículos espaciales, que procuraban un elevado nivel de exactitud en los detalles, en un lenguaje adecuadamente de alta tecnología, pero también aquí en tamaños fáciles de manejar, aún si en su nueva función la escala teórica del original quedase reducida o elevada a la décima potencia. Una vez más, las estructuras se podían construir fácilmente con piezas patentadas, como los D-Sticks, de Buckminster Fuller, o con juguetes erectores (las unidades Lego habían de recibir más usos involuntarios de los que podemos referir aquí ...). Siguiendo con el armario de juguetes, observemos también que aquellos modelos moleculares de pelota y palo tan asequebles por aquel entonces, han sido propuestos seriamente como posible origen de las megaestructuras abiertas ... en especial aquel precursor directo de los D-sticks que utiliza palillos como miembros estructurales y guías santes secos (a falta de algún recurso tecnológico a mano) como ensambladores. [BANH1976]

ese momento cinco grabados suyos. Por otra parte, hace medio siglo que Manzonni había envasado su propia defecación en una lata, rotulada con el título "mierda de artista".

oportos lógicos escritos por un grupo de privados de sueño es el código que rige la ley de nuestras vidas digitales. No tenemos libertad cambiar este código; sólo podemos amarlo o batallar de fondo consiste en determinar cuál ley soberana, la de los soportes lógicos o la de los gobiernos. No hay respuesta fácil.

la ciencia se usa en publicidad por dos razones: primero, igual que se usa a un actor famoso como respaldo de calidad. Algo probado científicamente es algo verdadero; se cree que el conocimiento científico está probado más allá de toda duda, lo que es erróneo. Además de esta fe ciega, los publicistas se aprovechan de que la sociedad no tiene conocimientos científicos mínimos para entender lo que se dice, para saber si es cierto o no, añade.

ma ha residido en los mactitudes de pánico a la ciencia ... pueden describirse algunos de los motivos que han influido en esta situación ... El abuso del sensacionalismo en los medios de comunicación. Y, finalmente también, la cultura que se va imponiendo en los países más avanzados que considera que la acción humana no es una acción natural y que cree que las cosas "naturales" siempre son mejores que las llamadas "artificiales".

miles de años, pero ahora y aquí, el envejecimiento de programas, su sustitución por otros, convierte documentos de apenas diez años en ilegibles.

La obsolescencia, real o inducida, de los programas informáticos dificulta la consulta de documentos viejos cuyo lector ha desaparecido del mercado. En los mismos Estados Unidos, alguna fundación ya se preocupa por preservar estos productos, tan tempranamente efímeros. En el mismísimo Internet, la defunción de páginas, por dejadez de su autor o porque ha pasado la razón de su existencia, hace que haya ya desaparecido un trozo importante de la historia de la red. Las campañas no hay excusa". Y reconoce que en un primer momento no fue capaz de captar las posibles implicaciones éticas, "lo cual fue un error por mi parte". El presentador conocía de antemano que la imagen que aparecía detrás de él estaba siendo alterada para tapar un cartel de la otra cadena y sobreimponer uno propio. Además, el mercado de las partituras, uno de los más pirateados del planeta, mueve anualmente más de mil millones de dólares. Entrar con fuerza en un mercado planetario basado en un lenguaje universal no es broma.

En este capítulo, como en los anteriores, se describe la búsqueda de sistemas, suficientemente invariantes o reutilizables, de conceptos, subsistemas, *patterns*, objetos, *features* o componentes, más o menos rígidamente preestablecidos, más o menos abiertos, cuyas relaciones estén relativamente determinadas, capaces de englobar las soluciones a varios, si no todos, los problemas del diseño de edificios y ciudades. Particularmente, deberían abarcar lo que Maki describía "como «forma de grupo»: la repetición y aglomeración de elementos constructivos populares, aparentemente estandarizados, en pueblos de acusada silueta o cuyo plano era de una claridad meridiana, resumidos en la inevitable imagen de las ciudades italianas edificadas sobre colinas" [BANH1976]. La dificultad *esencial* es la misma que estaba latente en todas las proposiciones megaestructurales de los años 1950-70:

¿es humanamente creíble que un hombre, o un equipo de diseño, pueda concebir genuinamente un sistema arquitectónico único, que satisfaga todas las necesidades de una ciudad en crecimiento durante su primer medio siglo de vida, más o menos? [BANH1976]

En el caso de las fantasías megaestructurales (¿o meta-estructurales?) el sistema típico era un almacén estructural ampliable, compuesto por unidades modulares, en el que se pudieran "construir -o aún «enchufar» o «sujetar», tras haber sido prefabricadas en otro lugar- unidades estructurales menores (por ejemplo, habitaciones, casas, o pequeñas edificaciones de otros tipos)" con una vida útil supuestamente mucho más larga que dichas unidades menores. Este sistema contendría todas las funciones de una ciudad, alojadas en su mayor parte en contenedores a corto plazo transitorios. Como sucede con cualquier esquema rígido, la flexibilidad necesaria para adaptar esos transitorios se debía obtener no comprimiéndolo, es decir, mediante unas masivas redundancias en el uso del espacio, "para cuando llegue la abuelita según la ingeniosa sentencia de Denise Scott-Brown", y por tanto, también, a costa de una baja rentabilidad económica. Algunas de las ideas más populares de aquel período 1950-70, fueron divulgadas por Yona Friedman, quien consideraba la movilidad y el cambio como exigencias humanas fundamentales. El arquitecto/a debía ser el responsable de crear una infraestructura *ideal* de redes espaciales, y de codificar un sistema de reglas generales de ensamblaje, adaptable a cualquier

organización-tipo urbana. El resto debía resolverse mediante auto-planificación a cargo de los/las habitantes, que incluso podrían usar el "*flatwriter*" de Osaka: una máquina de escribir para diseñar "el apartamento de sus sueños". En [FRIED1970] se presentan los principios del urbanismo móvil *indeterminado* en términos de una lista de requisitos sin precisar: convertibilidad de las formas y el uso de las construcciones y de la propiedad del espacio, por medio de aglomeraciones temporales fácilmente desmontables y transportables, y sistemas de redes de comunicaciones, de alimentación y de canalizaciones transformables a la vez que desplazables. Friedman expone, también, algunas ideas que ya han sido mencionadas en capítulos anteriores, como la insuficiencia de la intuición de los arquitectos/as y planificadores/as para contemplar todos los problemas del hábitat humano, o la esperanza en que el método para crear un medio ambiente diverso pudiera iluminarse mediante la analogía con el lenguaje humano:

Una lista de elementos prefabricados en gran serie (las palabras del diccionario) y ciertas reglas sumamente sencillas en cuanto a su combinación (la gramática), al alcance de todos, dieron origen a un sistema de permutaciones casi infinito. [FRIED1970]

La cita anterior verdaderamente no caracteriza a los fluidos y versátiles lenguajes que usamos comúnmente los seres humanos, más bien es una descripción de una gramática formal. Un sistema productivo de este tipo consta básicamente de: un vocabulario de elementos terminales, un vocabulario de elementos no terminales, un conjunto finito de reglas de reescritura, que se aplican de modo recursivo, y un conjunto de objetos iniciales o axiomas. Una exposición general de este tema incluyendo formalismos para producción de cadenas, grafos, formas bidimensionales o sólidos se encuentra en [KRIS1993]. Al final de [STIN1993] se ofrece una visión panorámica de la investigación sobre gramáticas para producción específicamente de *formas*. Con la ayuda de computadoras, es posible emplear estos sistemas experimentalmente para la generación de gran variedad de formas relacionadas con la arquitectura, si los componentes del vocabulario son objetos paramétricos y las reglas de reescritura capturan conocimiento heurístico sobre el dominio particular. De este modo, al formalizar esos conocimientos, estos sistemas podrían permitir a

usuarios no expertos elaborar sus propios diseños. Concretamente este tipo de lenguajes se ha usado para generar diseños decorativos, plantas de estaciones de metro, de parques de bomberos, de las viejas villas uni-axiales de Palladio y de otras nuevas extrapolando convincentemente sus maneras [MITC1990], o de casas supuestamente al estilo tradicional japonés o a un estilo de Frank Lloyd Wright... En [STIN1993] se contempla la posibilidad de que, al analizar de algún modo la forma derivada en cada etapa del proceso, sea posible reconocer aspectos emergentes que puedan modificarse, en el siguiente paso, aplicando una de las reglas de reescritura. Así, puede flexibilizarse la acción del sistema aplicando las reglas, o incluso definiéndolas, oportunistamente, en función de la evolución de la forma. Una gramática como ésta podría producir resultados inesperados, y por tanto, tal vez, serviría para simular la capacidad creativa de un ser humano. En [MITC1994] se describe una gramática para formalizar la generación de sencillos artefactos tridimensionales, con conocimientos sobre el comportamiento estático de miembros estructurales, pero sin capacidad para reconocer y transformar formas emergentes. En este caso, el vocabulario constituye una jerarquía predeterminada de abstracciones funcionales a distintos niveles, relacionadas mediante reglas empíricas que capturan las conexiones y restricciones funcionales. Los elementos representan subsistemas de cierto nivel cuyo comportamiento está caracterizado por una entrada y una salida (ver también [MITC1990]). El artefacto se genera como una jerarquía de subsistemas anidados, en el que cualquier parte puede ser sustituida por otra que desempeñe el mismo papel, es decir, caracterizada por las mismas entradas y salidas. Es el principio de las partes estandarizadas intercambiables, fundamento de la producción de artefactos en contextos industrializados. El propósito usual de tal sustitución es reemplazar una parte defectuosa o deteriorada de modo que la funcionalidad del sistema se mantenga (p. 28). En [MITC1994] se combina un sistema formal semejante con una aplicación para evaluar funcionalmente los artefactos generados, recorriendo los niveles de abstracción de arriba hacia abajo. En este caso, el conocimiento sobre diseño de artefactos puede repartirse entre el sistema evaluador y el generador.

Algunas de las simulaciones más impresionantes de patrones naturales se han obtenido programando computadoras para el cálculo de L-Systems, sistemas de Lindenmayer [PRUS1990]. Estos sistemas de producción, como los descritos en el párrafo anterior, están basados en la aplicación de reglas de reescritura para la definición de objetos complejos a partir de un objeto inicial simple, reemplazando sucesivamente módulos antecesores por configuraciones de módulos descendientes. Así, esta técnica de reutilización se emplea para generar complejas estructuras geométricas auto-similares amplificando o descomprimiendo una pequeña base de datos iniciales, como en la clásica construcción de la *curva copo-de-nieve* de Koch, o los métodos básicos empleados por Mandelbrot para la obtención de fractales a partir de dos formas sencillas: un iniciador y un generador [MAND1983]. El modelo es comprimido mediante el uso recursivo de elementos generadores que tipifican conjuntos de formas similares que aparecen repetidamente. Las diferentes ocurrencias de cada elemento derivado son normalmente determinadas mediante la especificación de ciertos parámetros (transformaciones afines, por ejemplo) del prototipo generador, tal como se explicó en 1.3.2. Estos métodos pueden utilizarse para almacenar eficazmente ciertas imágenes y modelos, eliminando información redundante, codificando los rasgos auto-similares como conjuntos de transformaciones [PEIT1992] (ver p. 245). Los organismos vegetales son especialmente accesibles mediante estas técnicas de modelado, dada la existencia de patrones repetidos tanto al nivel de especies vegetales, como al de estructuras ramificadas o al de órganos de plantas. En [PRUS1990] se recopilan diversos algoritmos basados en L-Systems, para la simulación de estos organismos: configuraciones espaciales de unidades constructivas discretas o módulos, que se desarrollan con el transcurso del tiempo. El objetivo es describir el desarrollo de una planta, y en particular la emergencia de su forma, a partir de la integración del desarrollo y funcionamiento de módulos individuales [PRUS1996]. Específicamente, el nombre L-Systems se refiere a una familia de sistemas gramaticales para la producción de cadenas de símbolos, las cuales pueden ser traducidas a modelos espaciales. Este conjunto engloba algoritmos sucesivamente más sofisticados para simular aspectos morfológicos más

variados y complejos: sistemas deterministas, sistemas estocásticos, patrones de ramificación, empleo de símbolos paramétricos, sistemas temporizados para simular el crecimiento de plantas, sistemas sensibles al contexto, sistemas tabulados, que permiten cambiar el conjunto de reglas de desarrollo, y sistemas abiertos, que usan símbolos especiales para modelar el intercambio bi-direccional de información entre las plantas y su entorno [MECH1996].

Los sistemas descritos previamente tratan de simular determinados procesos capturando patrones formales a cierto nivel de abstracción por medio de reglas. Esto está relacionado precisamente con uno de los problemas que se exponían al final de 1.3.3: ¿es posible, igualmente, codificar el conocimiento sobre diseño de arquitectura a alto nivel de abstracción, sin predeterminedar los componentes de bajo nivel?... ¿y sin recurrir a leyes de proporciones de carácter místico?. La simulación de procesos naturales mediante computadoras puede enfocarse desde diferentes niveles. El más básico es el de la descripción mediante modelos físico-matemáticos microscópicos, el siguiente es el empleo de modelos físico-matemáticos fenomenológicos macroscópicos. En las aplicaciones más comunes, ambas opciones son demasiado *costosas*, cuando no totalmente inviables, para la simulación de sistemas razonablemente complejos, mediante los ordenadores actuales. La alternativa más eficaz es la programación de algoritmos a partir de modelos empíricos, no basados en principios naturales, sino en cierto tipo de conocimientos físicos de más alto nivel, que permitan obtener resultados visualmente convincentes: nubes, montañas, plantas, texturas... Los algoritmos usados por las aplicaciones de *renderizado* de modelos geométricos tridimensionales, para simular el aspecto sombreado de los objetos iluminados, no están basados en consideraciones físicas, sino que han sido ideados para obtener simplemente un aspecto adecuado con la máxima eficacia computacional. Los programas empleados para la creación de animaciones realistas de modelos 3D para vídeo-juegos y películas disponen de un amplio arsenal de herramientas para modelado y simulación de campos de fuerzas, deformaciones dinámicas, sistemas de partículas... que puede ser usado alegremente por los animadores/as hasta obtener un resultado satisfactorio, sin necesidad de plantearse si el

comportamiento del modelo está regulado estrictamente por las leyes de la naturaleza. Tal vez, un sistema eficaz de diseño de arquitectura debería parecerse más a esos programas de modelado que a las encorsetadas aplicaciones actuales de CAAD o de cálculo de estructuras para edificación. Y no por la posibilidad de modelar formas libremente, sino sobre todo por su capacidad para simular además inexactas y heurísticas restricciones de nivel intermedio, si fuera posible hacerlo con la suficiente flexibilidad en este caso. Secundariamente, la enorme eficacia de esos sistemas de aproximada simulación integral ha hecho palidecer a las utópicas mega-estructuras y ciudades de ciencia-ficción de los años 1950-70, en comparación con los escenarios digitales fantásticos de muchas películas de finales de siglo.

En [SHAV1992] se propone un método asistido por computadoras para el diseño y evaluación de edificios energéticamente eficaces, mediante el empleo combinado de reglas empíricas y procedimientos de simulación basados en conocimientos *profundos*. En las fases iniciales del diseño de un edificio, es necesario tomar decisiones, que tendrán una influencia enorme sobre su comportamiento energético, a partir de una información incompleta. Cuando la mayoría de los parámetros del diseño aún no tienen valores especificados, la única alternativa posible a la arbitraria asignación de valores por defecto (necesarios para efectuar una simulación precisa) es la aplicación de conocimientos recopilados a partir de experiencias pasadas en forma de reglas empíricas, que permitan evaluar toscamente ciertas propiedades térmicas. Cuando es posible efectuar simulaciones precisas también deben utilizarse reglas empíricas, para capturar la experiencia necesaria para alcanzar conclusiones correctas sin efectuar muchas simulaciones sucesivas, dada la fuerte interdependencia entre las variables. En las etapas intermedias de diseño, las reglas heurísticas deben utilizarse para elegir los valores por defecto de los parámetros que requieren los procedimientos de simulación precisos.

Los conocimientos empíricos usados por este tipo de sistemas expertos se derivan de generalizaciones basadas en casos promediados a partir de estudios preliminares, y podrían ser totalmente inapropiados si se aplican a casos particulares no estándar, que es precisamente cuando el diseñador/a necesita más asistencia. En estos casos, se puede combinar el empleo de conocimientos heurísticos y procedimientos de simulación, comprobando los resultados derivados de las reglas empíricas contra los obtenidos mediante la simulación.

En [KURM1996] y [ENGE1996] se describe un sistema de software para diseño arquitectónico llamado Sculptor, desarrollado por David Kurmann en la ETH de Zurich desde 1992, que reúne algunas técnicas empleadas por diversos sistemas de modelado 3D actualmente comercializados. Se trata de una herramienta para elaborar bocetos tridimensionales y perfilar ideas vagas, que pretende resultar sencilla de utilizar al permitir la generación y manipulación directa, intuitiva e *immersiva* de las escenas y los modelos tridimensionales. Para ello, se pretende que los objetos geométricos y sus atributos (forma, color, material, etc.) puedan ser especificados y modificados interactivamente en tiempo-real, mediante una interfaz simple e intuitiva sin botones ni menús, en un entorno 3D convenientemente iluminado e incrementado con efectos

sonoros. El arquitecto/a podría *experimentar* directamente los espacios de las escenas que crease, las paredes podrían volverse transparentes para mostrar las áreas interiores, y determinadas partes podrían resaltarse para llamar la atención sobre situaciones conflictivas. El sistema debe permitir además que diversos usuarios/as distribuidos/as en diferentes computadoras puedan observar el mismo modelo 3D simultáneamente, y debe controlar cuál de esos usuarios/as puede modificarlo en cada instante, para evitar conflictos.

Según indican los autores, los objetos del entorno tridimensional pueden ser agrupados, y pueden comportarse de forma inteligente en tiempo-real, asociándoles ciertos modos restringidos de comportamiento: (1) detección de colisiones, un objeto no pueda intersectar a otros; (2) comportamiento gravitatorio simulado, unos objetos se apoyan sobre otros objetos (estos dos comportamientos reactivos proporcionan una realimentación intuitiva al diseñador/a aumentando la sensación de estar manipulando elementos físicos, al estar inspirados en comportamientos mecánicos reales, y pueden ayudar a posicionar los objetos correctamente reemplazando los modos de *snap* usados por los sistemas de CAD tradicionales); (3) movimiento y transformación autónomos, los objetos pueden ser programados para que se comporten dinámicamente y cambien de posición con el tiempo, mientras el diseñador/a observa la escena y puede detener la animación automática en un estado que le interese; (4) además es posible asociar a los objetos comportamientos interactivos tales como producción, atracción o destrucción.

Uno de los aspectos más innovadores del sistema Sculptor es el modo en que se enfoca la dualidad entre espacio y materia característica del diseño arquitectónico: los diseñadores/as suelen concentrarse en la composición de espacios y en su disposición en redes de interconexiones, tanto o más que en la forma y disposición de los propios materiales que los delimitan y definen. Por ello, el modelo 3D es descrito en Sculptor empleando una estructura de datos que combina elementos sólidos y vacíos, volúmenes positivos y volúmenes negativos (únicamente volúmenes cúbicos ortogonales, por el momento), para esbozar simultáneamente los espacios habitables y sus límites físicos. Los volúmenes negativos se emplean para visualizar en tiempo-real los volúmenes positivos o sólidos convenientemente vaciados. Una habitación es una composición de un espacio vacío dentro de uno sólido, las puertas y ventanas son volúmenes negativos insertados en un sólido y conectando otros vacíos... Los autores afirman también que un prototipo de este sistema se ha integrado con un software para planeamiento de pisos, que puede generar un grafo de conexiones entre las diferentes habitaciones de una planta de un edificio. Introduciendo los tamaños mínimo, máximo y por-defecto, de cada habitación es posible elaborar automáticamente una propuesta de planta que pueda ser visualizada y modificada con Sculptor.

Adicionalmente, el sistema Sculptor dispone de unos Agentes Autónomos desarrollados para reducir la complejidad de la tarea del diseñador/a, proporcionándole auxilio inteligente automático mientras interactúa con el modelo 3D o *navega* en torno a él. Según [KURM1996], los autores contemplaron la posibilidad de incluir dos tipos de agentes: agentes asistentes que proporcionaran información al usuario/a y ejecutasen tareas de fondo, y agentes generadores que automáticamente resolviesen sub-problemas. Sculptor incluye tres prototipos de agentes de la primera clase: un Agente Navegador que facilita los desplazamientos por el escenario virtual, un Agente Sonoro que produce efectos auditivos en respuesta a determinados eventos, comunicando información extra al usuario/a, y un Agente de Coste que ayuda al diseñador/a a evaluar el diseño.

El empleo de simulaciones es indispensable para estimar el comportamiento de un sistema físico, o para evaluar la calidad de un producto, en los casos en que es inviable la construcción de un prototipo *a escala real*.

Previamente al desarrollo de los ordenadores digitales, los procedimientos de simulación estaban basados en el descubrimiento de analogías entre diferentes sistemas naturales. De este modo se utilizaban modelos que pareciesen operar a cierto nivel conforme a las mismas o análogas leyes que el sistema-problema. Un ejemplo clásico es la resolución en 1696 por Johann Bernoulli del problema del descenso más rápido de un punto material pesado o "problema de la braquistócrona", observando la analogía entre el problema mecánico y cierto problema de óptica, y aplicando el principio de Fermat sobre la propagación de la luz (Johann Bernoulli fue también quien propuso considerar *el principio de los trabajos virtuales* como ley fundamental de la estática) [HILD1985]. Cuando la solución de problemas físicos diferentes se representa mediante modelos matemáticos de ecuaciones diferenciales análogas, es posible simular un fenómeno mediante el ensayo del fenómeno equivalente. Los casos más conocidos en la resistencia de materiales son "el de la membrana de jabón de Prandtl, para la torsión de Saint Venant y la representación de la fórmula de Bredt por una analogía hidrodinámica" [HOSS1972]. Las analogías eléctricas, en caso de que existan, son técnicamente más fáciles de manejar, por ejemplo para la resolución de ecuaciones diferenciales mediante el empleo de ordenadores analógicos. Los modelos físicos reducidos se han empleado comúnmente para evaluación o dimensionado de estructuras, desde los ensayos de equilibrio de estructuras abovedadas en la arquitectura gótica, hasta las modernas técnicas de ensayos con maquetas empleadas por conocidos ingenieros como Eduardo Torroja, Robert Maillart o Pier Luigi Nervi, según [HOSS1972]. La teoría de la elasticidad es otro ejemplo de un modelo matemático de gran generalidad pero poca economía. Por una parte, es capaz de representar ciertos aspectos del comportamiento resistente de multitud de estructuras, casi independientemente de cuál sea el material específico, dado que éste es codificado mediante un pequeño número de parámetros ajustables. Por otra parte, el dimensionado obtenido mediante este modelo no es demasiado económico ni realista, al no tener en cuenta las características particulares del comportamiento, hasta la rotura, del material y la estructura. Los métodos expuestos en [HOSS1972] permiten utilizar modelos reducidos contruidos con materiales elásticos,

sometidos a esfuerzos relativamente pequeños, para computar analógicamente la respuesta a problemas teóricos de elasticidad sin necesidad de solucionar las ecuaciones diferenciales. En cualquier caso, estas soluciones no pueden extrapolarse alegremente a los problemas reales, dado que los materiales de construcción no suelen ser ni isótropos, ni homogéneos, ni aproximadamente elásticos. Hacerlo de otro modo conduce a la perversión, ya expuesta varias veces aquí y criticada también en [HOSS1972], de percibir los problemas específicos amoldados al modelo generalizado (seguramente una perversión inevitable a cierto nivel, por otra parte). En [CAND1985] se argumenta más detalladamente sobre la insuficiencia y falta de lógica de los métodos de cálculo basados en la teoría de la elasticidad:

Podría argüirse en contra de tal afirmación que la experiencia ha demostrado que la mayor parte de las estructuras que se levantan apoyándose en dichos procedimientos se mantienen en pie. Sin embargo ... la principal causa de que las construcciones se mantengan es, precisamente y aunque parezca paradójico, que los materiales no se ajustan a las hipótesis de cálculo. Si, por el contrario, fueran perfectamente elásticos, sería inevitable el colapso de las estructuras integradas por ellos, al variar las condiciones supuestas en el cálculo y alcanzar las deformaciones los valores correspondientes a los esfuerzos de ruptura. [CAND1985]

Las maquetas han sido empleadas frecuentemente también como herramienta para diseño analógico de formas, ya sea para simular la solución de un problema puramente geométrico o con un problema estructural sobrepuesto (algunos de los nombres más famosos relacionados con esta clase de métodos: Antonio Gaudí y sus *bóvedas* invertidas conformadas por medio de pesos colgantes, Frei Otto y el empleo de películas jabonosas para la detección de superficies minimales sin resolver el problema matemático [HILD1985], Frederick Kiesler, Robert le Ricolais, Buckminster Fuller, Frank Gehry, etc.). Los resultados obtenidos a partir de la medición de los modelos reducidos deben ser, a continuación, representados en planos o formatos digitales, antes de ser definitivamente contruidos a escala real. Ya se indicó antes que no es posible percibir conjuntamente, ni clasificar inconscientemente, todas las restricciones iniciales de un problema de diseño relativamente sofisticado, y por tanto no se

puede resolver de modo intuitivo la interrelación entre forma y organización del programa. Ante esta dificultad, cuando los procedimientos de diseño rutinarios no permiten encontrar una solución satisfactoria, los arquitectos/as suelen recurrir a métodos analógicos de diseño, de grano más o menos grueso, para alimentar el proceso creativo, aliviando su conciencia al mismo tiempo. Estas imitaciones, a veces en tono de parodia o de referencia pedante, en otras ocasiones son un intento desesperado por limitar la interferencia con los moldes cognoscitivos particulares, o por diseñar formas más adaptadas al contexto. A continuación se citan algunos ejemplos, en un sentido amplio, de estos métodos, en algunos casos más supuestamente *racionales* que en otros, y que suelen exigir además transformaciones tales como cambios de escala, de nivel de abstracción, de contexto, o de material constructivo: razonamiento basado en casos, reciclado de ideas o fragmentos de antiguos diseños propios o de arquitecturas histórico-románticas, reciclado de ruinas antiguas y desperdicios, reutilización de tramas urbanas o arqueológicas como nuevas *tramas reguladoras* o *inspiradoras*, reciclado a cualquier nivel de abstracción de elementos de la cultura popular o de obras artísticas, analogías fabriles o imitación de componentes industriales (silos y depósitos, barcos, aviones, pistones, cigüeñales, circuitos electrónicos...), analogías de elementos naturales (miembros del cuerpo humano o de animales, cactus, algas, corales, nenúfares, montañas...), estrategias de participación como procesos evolutivos, saqueo de imágenes, diagramas y terminología procedentes de las ciencias naturales... Un ejemplo singular, relacionado con un personaje mencionada previamente en este capítulo, es el esquema urbano de una zona de viviendas sociales en Alençon, Normandía, elaborado en 1978 por un equipo encabezado por Lucien Kroll, reutilizando un trazado orgánico bosquejado a partir de las sendas creadas involuntariamente a lo largo de mucho tiempo por los caminantes que atravesaban la región [KROL1988].

En [ECKE2000] se repasan las perspectivas de diferentes industrias sobre el uso de *fuentes de inspiración* y el reciclado de experiencias de diseño, contrastadas con el enfoque propio del meta-diseño realizado por los desarrolladores/as de sistemas de diseño automático. Las *fuentes de inspiración*

son objetos, fenómenos o conceptos abstractos empleados por diseñadores/as, consciente o inconscientemente, seleccionando partes o aspectos para ser posteriormente traducidos a una forma adaptada al contexto del nuevo problema, mediante la modificación, adición o sustracción de elementos, alcanzando incluso una reinterpretación profunda del objeto inicial. Las operaciones básicas del método de diseño conocido como razonamiento basado en casos son precisamente: seleccionar un caso apropiado, enjuiciar su similitud con el problema en cuestión y adaptar la solución al nuevo planteamiento. Estas operaciones, sin embargo, no pueden aislarse, reconocer que una determinada fuente puede ser adaptada efectivamente en un nuevo diseño requiere imaginar en cierto grado esa adaptación, es decir, descubrir una analogía más o menos *creativa*. Los sistemas de razonamiento basado en casos se diferencian de los sistemas basados en conocimiento (1.7) en que, en los primeros, el conocimiento experto no está codificado explícitamente, sino que se almacena implícitamente en la base de casos previos. En [ECKE2000] se afirma que la elaboración de un diseño puede estar condicionada tanto por restricciones o formas negativas, procedentes del contexto en el que tiene que encajar, como por formas positivas, derivadas de casos similares. Generalmente parece más fácil, y más respetuoso con el mito de la creatividad, caracterizar el conjunto de las soluciones enumerando lo que "no se debería hacer" (pp. 11 y 17), en vez de regulando lo que "se debería hacer". Es decir, especificando un procedimiento de decisión que permita evaluar qué diseños no son soluciones apropiadas, en vez de idear un sistema para generar las soluciones correctas. En la p. 17 se presentaron ya algunas dudas sobre la eficacia y validez de este enfoque.

Cuando el problema no está suficientemente especificado, una parte esencial del proceso de resolución es reformularlo de modo que sea posible reconocer las restricciones implícitas, acotando el rango de soluciones posibles. En este sentido, el empleo de *fuentes de inspiración* puede sugerir la forma de un problema sugiriendo la forma de una solución. Así, las presentaciones mediante casos suelen utilizarse también para comunicar características abstractas, comunes a una determinada categoría de elementos, reconocibles pero difíciles de describir con palabras. El abuso de esta práctica conduce a una

docencia totalmente implícita, en la que el profesor/a (por ejemplo de una materia no demasiado específica, como cualquier tipo de diseño) actúa aliviado como un/a pincha-discos, presentando casos sucesivos sin hacer suficientemente explícito el análisis correspondiente ni los criterios de clasificación, y confiando en la capacidad automática para reconocer patrones y generalizar de los/las estudiantes. Según [ECKE2000], los arquitectos/as contemporáneos algunas veces basan sus diseños en edificios precedentes proyectados por una élite reducida de arquitectos/as superstar. Esos precedentes se convierten en prototipos con fuerza normativa puesto que los nuevos diseños adquieren credibilidad imitándolos, dada la autoridad social de los/las superstar. Desde luego, una estrategia de razonamiento basado en casos, fundamentada en un número pequeño de diseños elegidos por criterios de jerarquía social (los *40 principales*), pierde su razón-de-ser y también probablemente toda su eficacia. Pese a ello, y por cuestiones de marketing editorial principalmente, es infrecuente encontrar recopilaciones y bases de casos arquitectónicos que no estén asentadas en el star-system establecido.

Muchos arquitectos/as son *educados*, conforme a la vieja mitología romántica, para ser alérgicos a cualquier clase de estándares explícitos: detalles constructivos tipo, normas de modulación, convenios de representación (simbología estándar y normas de acotación y de orientación de dibujos...), procedimientos de cálculo... Sin embargo, como ya se ha expuesto, al mismo tiempo implícitamente aceptan y emplean, o idolatran simplemente, otros muchos estándares *de facto*, unas veces fluidamente y otras de modo extremadamente convencional. Ese mito romántico mencionado antes está relacionado con la creatividad, la intuición y la improvisación, con la suposición de que uno de los encantos de la *belleza* radica precisamente en no derivar, obligada y deductivamente, de procesos lógicos... Como la solución de un sistema de ecuaciones o la aplicación recursiva de un conjunto de reglas gramaticales de transformación formalizadas. ¿Cómo podría un algoritmo representar el espíritu de un bosque?. ¿Cómo podría un sistema de CAAD concretar una imagen abstracta en formas concretas de modo *creativo*?. ¿Cómo podría una máquina crear automáticamente un componente prefabricado

original?. Si la capacidad humana para reconocer patrones no es ilimitada, una variación sobre cierto tema es percibida por la mayoría de los espectadores/as como original o creativa cuando son incapaces de reconocer su parentesco. La perversión inevitable, mencionada antes (p. 69), de confundir modelo y realidad, de tomar lo metafórico por cierto, tiene también una versión semi-industrial: los facsímiles elaborados con materiales sintéticos o piedra-artificial imitando piedra-real, cerramientos de ladrillo, estructuras de madera... Todos ellos desgastados, como lavados-a-la-piedra ¿artificialmente o realmente?. El procedimiento corriente para elaborar industrialmente estos prefabricados *mapeados* es el empleo de moldes pre-prefabricados artesanalmente. ¿Cuántos moldes o mapas, y de qué tamaño, sería necesario usar para que cualquier espectador/a, situado a cualquier distancia suficientemente lejana de un muro gigantesco de este tipo, no fuera capaz de descubrir el engaño?. Para simular la belleza *natural* de un muro de mampostería, o de una Capsella bursa-pastoris o un Microsorium linguaeforme [PRUS1990], bastaría programar una máquina para que ejecutase algoritmos como los L-Systems descritos antes (p. 64), sin necesidad de usar moldes analógicos elaborados a mano, tal como ya hacen multitud de programas de modelado 3D y renderizado.

Algunos de estos temas aparecen también en [BOVI1996], una víctima más, por otra parte, de la perversión de confundir la realidad y su representación (en esta ocasión demasiado gruesamente como para considerarlo inevitable). Se hace referencia allí a [GARD1978], donde se exponen algunas ideas generales sobre el tema "imitación" en las artes, y más específicamente en la música. Martin Gardner describe la idea de Richard F. Voss de generar melodías estocásticas basadas en ruidos en escala a medio camino entre el ruido blanco, totalmente no correlacionado, y el ruido browniano, fuertemente correlacionado, una mezcla de sorpresa y orden. Es decir, en la terminología del análisis espectral, un ruido $1/f$, caracterizado por tener una moderada correlación no sólo entre fragmentos cortos sino para pedazos de cualquier tamaño. Mandelbrot [MAND1983] fue el primero en reconocer hasta qué punto se encuentran extendidas en la naturaleza las fluctuaciones de tipo fractal con densidades espectrales de la categoría $1/f$.

El variable panorama del mundo (o dicho de otra forma, el cambiante contenido de nuestra experiencia) parece apiñarse alrededor del ruido $1/f$.

...

¿Podrá ocurrir, se preguntó Voss, que el goce musical esté parcialmente relacionado con una distribución sonora en escala de densidad espectral $1/f$? Es decir, ¿"imita" esta música la cualidad $1/f$ de nuestra titubeante experiencia?

Esta conjetura podrá ser cierta o no, pero no cabe duda de que la música de casi todas las clases muestra fluctuaciones del tipo $1/f$ en sus cambios tonales, en las intensidades de las notas.

[GARD1978]

Probablemente, los seres humanos tenemos una capacidad innata para generar fluctuaciones del tipo $1/f$ (no sólo en composiciones musicales), tanto inconscientemente como cuando conscientemente pretendemos combinar orden y sorpresa. Por si acaso, se puede recurrir al uso de algoritmos apropiados con un componente aleatorio, o al empleo de melodías de música clásica, rock, jazz, country... como *moldes* analógicos, para distribuir una ristra de ventanas y decorar una fachada, o para diseñar el *skyline* de una tira de pantallas amortiguadoras de ruido de cualquier *color*, o la disposición en planta y alzado de una hilera de bloques edificadas, o el ritmo de una *malla reguladora*... como se propone en [BOVI1996]. Una crónica de los altibajos en las relaciones, más o menos extravagantemente metafóricas, entre el cóctel pseudo-científico fractales-caos-complejidad(-catástrofes) y el diseño y crítica de arquitectura, se relata en [OSTW2001]. Estas relaciones, que han sido consideradas a veces un método analógico para combatir el ortodoxo paradigma antropomorfo, y otras veces un caricaturizable mecanismo para producir *kitsch*, seguramente se han alimentado de una muy breve divagación sobre crítica de arquitectura en la introducción del famoso y grueso libro de Mandelbrot [MAND1983], que no voy a repetir aquí.

con tanta urgencia que exigían el proyecto en tan solo tres semanas. En este contexto acelerado, la respuesta de Kirk fue utilizar el proyecto de la casa para el auditorio, sin más alteración que la de multiplicar la escala.

En el caso del **Capitán Kirk**, la traslación de un proyecto existente es tan literal que el propio Capitán menciona el desconcierto de los miembros de su estudio -"no podían creer que fuésemos tan cínicos"- ante el aparente oportunismo del cambio de escala de la casa para convertirla en auditorio.

las típicas, y casi siempre ridículas, imágenes fotografiadas con macro-objetivos para las revistas de arquitectura

... la manía de los ejes monumentales, del cuadrado de las calles, de las plazas en forma geométrica determinada de antemano, cuadradas o rectangulares, redondas o hexagonales. [ZEV1978]

En inteligencia artificial, la cuestión de cómo explorar de forma óptima una gama de acciones posibles, al perseguir objetivos bien definidos, es tema que se presenta constantemente. En general, cada acción adoptada abre varias continuaciones, nuevas y posibles; por ello, al planear una sucesión de acciones es forzoso tener presente una estructura ramificada de posibles estados, llamada árbol de búsqueda o árbol de exploración ... en muchos casos, el árbol de exploración es tan grande que la búsqueda exhaustiva no es factible. Por esta razón, casi todos los programas de inteligencia artificial llevan incorporados principios heurísticos, reglas prácticas informales, "de la mano derecha", de suerte que las acciones más prometedoras sean objeto de análisis especial, mientras las menos interesantes son eliminadas sin dedicarles plena atención. Aunque los principios heurísticos son prácticos y eficaces en casi todas las circunstancias, abreviando mucho la exploración, al aplicarlos se pierde la certeza de hallar el resultado óptimo. [WALT1982]

Casi puede catalogarse, como otro material de distinta naturaleza, el de los plaequados que, aun siendo de la misma materia y procediendo de la misma cantera, nacen ya de otro modo y con otras formas. El aserrado y pulido mecánicos permiten obtener mecánicamente lajas de contados centímetros de espesor, utilizadas, primero, para aparentar verdaderos sillares de gran espesor y, ya hoy, para expresarse como simples elementos de revestimiento. Desde un punto de vista clásico es una solución antinatural, falsa y absurda; sin embargo, no cabe duda que la técnica moderna ha cambiado las posibilidades de utilización creando una más, y, en cierto modo, un material diferente en cuanto a su función.

... si cuando aparece un material nuevo la técnica tarda en crear los tipos estructurales adecuados a sus características, la sensibilidad artística tarda todavía más en aceptar la evolución. La histeresis estética es mayor que la técnica ... Bien conocido es el origen maderero de las métopas y los triglifos y, sin embargo, su aparición en piedra, sobre el arquitrabe, no engaña a nadie; cualquier observador lo valora en su pura expresión ornamental y queda satisfecho.

Por otra parte, no se puede evitar -ni hay por qué lamentarlo-, la existencia de elementos ocultos, esencialmente resistentes. El hormigón armado, en especial, oculta sus armaduras; por eso, con él es más necesario que el espíritu se asimile la idea de su resistencia intrínseca a tracción y deje de considerarlo como una simple piedra artificial. Es necesario que no se engañe, sin necesidad de pintarle las armaduras al exterior, como se ha acostumbrado a adivinar el esqueleto, en el cuerpo humano, sin necesidad ni deseo de verlo bajo la blandura expresiva de las carnes. [TORR1991]

gues o las arrugas para adaptarlos a los movimientos y al tiempo meteorológico. De la misma forma que las leyes de la física constituyen una simplificación de la realidad, los mundos animados con computadoras están gobernados por una versión simplificada de la física.

Se hacen trampas para ahorrar tiempo y dinero. Al público no le importa si algo le disgustaría a Newton, con tal de que mantenga una lógica interna. La animación no tiene que ajustarse totalmente a la ciencia. Tratamos de conseguir algo que parezca natural lo más barato posible.

Mies van der Rohe alcanza y sobrepasa, incluso para la mentalidad del ingeniero, la holgura concedida al arquitecto y desprecia las leyes naturales de la creación de las formas, aplicando, independientemente de la escala, las mismas proporciones no sólo al espacio, sino también a la estructura sustentante tanto de una pequeña casa unifamiliar como de un gran edificio para exposiciones. Construye modelos a la inversa y, por tanto, ha de luchar también con los efectos de la escala. [HOSS1972]

La posibilidad de imitar sonidos naturales con una lira es muy limitada, pero no ocurre lo mismo en la música sinfónica o electrónica.

La mayor parte del diseño de soluciones a problemas de ingeniería es diseño adaptativo o variante -haciendo cambios a un diseño existente, o creando un nuevo diseño a partir del patrón de otro previo: en estas situaciones la selección de la fuente de inspiración está implícita en la tarea. En muchas empresas los tipos de productos evolucionan a lo largo de los años con pocas o ningunas innovaciones radicales. Algunos diseños evolucionan tanto que tienen poco más que el nombre en común con el diseño original.

De aquellas escuelas salieron ingenieros con el concepto equivocado de que todos los problemas que se presenten deben ser solucionados analíticamente. Los límites de nuestras teorías se les ocultaron púdicamente. Muchos de estos ingenieros quedaron afectados por este concepto erróneo durante toda su carrera, sobre todo aquellos que llenaron su trabajo diario con la reproducción infuenda de estructuras elementales. [HOSS1972]

Este conflicto aparentemente insoluble entre el genio del artista creador y la mediocridad que se identifica con las convenciones sociales, entre la bazaría de las excepciones y la esterilidad de la regla? [FENNI1975]

vosotros los sabios y artistas tenéis toda clase de cosas raras dentro de la cabeza, pero sois hombres como los demás, y también nosotros tenemos nuestros sueños y nuestros juegos en el magín ... me aferraba a él y a su larva que ya iba disolviéndose, a su coqueteo con lo espiritual, a su miedo burgués a lo desordenado y casual (entre lo que había que contar también a la muerte) ... (Hermann Hesse, *El Lobo Estepario*; 1927)

The context is the situation where you create a text. El cambio del texto al contexto es algo predominante en el arte de los 90 (context art). Se produce un cambio desde una experiencia inmediata del mundo a la interface technology. Esto es evidente en la arquitectura en el mundo real, donde tenemos intelligent buildings, intelligent ambients, y el paso desde la arquitectura to images is supported with artificial intelligence of the computers. Conclusion: cyberspace is a world to come, which will be a field of variables, localmente controlado by different positions of the subject.

Un ejemplo clásico de la confusión uso-mención en pintura lo brinda la presencia de una paleta en un cuadro. En tanto la paleta es una ilusión creada por la capacidad representativa del pintor, los colores de la paleta pintada son, literalmente, manchones de pintura extraídos de la paleta de aquél. Los colores actúan por sí mismos: no simbolizan ninguna otra cosa. En Don Giovanni, Mozart explotó un recurso parecido: introdujo explícitamente en la partitura el sonido de una orquesta afinando. [HOSS1979]

La supresión del ornamento elimina todas las ordenadas diferenciaciones estructurales en el rango de escalas de 5 mm. a 2 m. o sus alrededores ... Realmente, los arquitectos van muy lejos para disimular los patrones a escala humana que son inevitables a causa de las actividades en los edificios ... Uno escucha que: "la razón por la que hoy en día no se pueden construir edificios hermosos es el alto coste de los materiales y la mano de obra". Esta sentencia es desmentida por la maravillosa variedad de la arquitectura folklórica construida en todo el mundo usando económicos materiales locales. La arquitectura trata sobre la creación de patrones y espacios; la preocupación por los materiales sólo oscurece asuntos más importantes ... Los materiales naturales incorporan una complejidad organizada en las escalas por debajo de 5 mm., y de este modo proporcionan información matemática [?] al observador por medio de su microscópica estructura superficial. Los arquitectos modernos han abusado de esta propiedad. [SALIZOO1]

La mayoría de los arquitectos sólo hacen una pregunta a los ingenieros: "¿Dónde ponemos los pilares?"

el persistente instinto del ingeniero hacia las jerarquías le condujo a reorganizar los elementos en papeles especializados, sustentación y carga, vigas 'maestras' y losas sirvientes, en vez del continuo reforzamiento actuando paso a paso y de centro a centro ideado por Robert Maillart que inventó la columna campeón ... [KROL1983]

Todas estas normas de la Arquitectura, desde la antigüedad hasta nuestros días, se basan en una visión general: Son puros principios de ordenación geométrica, que refinándose a una medida considerada como de valor eterno, ya sea tomada de la astronomía o la astrología, o de algo más próximo, el hombre mismo, ha de llevar armonía a las formas constructivas. [HOSS1972]

¿Está justificado alimentar con material de refresco este conflicto aparentemente insoluble entre el genio del artista creador y la mediocridad que se identifica con las convenciones sociales, entre la bazaría de las excepciones y la esterilidad de la regla? [FENNI1975]

He aquí el gozo de la música: resolver la autoafinidad: un tenso conflicto entre lo que se puede predecir y la sorpresa. Si la correlación en el tiempo es demasiado baja, la predicción requiere un trabajo infinito, por lo que el cerebro se ve insuficiente y se deprime... el ruido blanco (totalmente aleatorio) primero desespera y luego aburre. Si la correlación es demasiado alta, la predicción requiere un trabajo nulo, con lo que el cerebro se ve innecesario y se ofende... el ruido marrón (una sinfonía de una sola nota) primero aburre y luego desespera.

La música es un ruido rosa. Se puede definir la dimensión fractal de la melodía (las frecuencias de las notas), de la modulación (sus intensidades) o del ritmo (sus duraciones) de una partitura. Pues bien, el margen para el gozo musical resulta ser muy estrecho, mucho más estrecho que para el visual. Las fractalidades de todas las músicas de todos los tiempos y culturas, desde el Ba-Benzéle de los pigmeos hasta el Sgt. Pepper de los Beatles, pasando por la música tradicional japonesa, las ragas de la India, las canciones populares de la vieja Rusia, el jazz, la música medieval, Bach, Beethoven o Satie, se apretujan en torno de un mismo valor. Algunas obras de John Cage o Karlheinz Stockhausen quedan fuera. (Jorge Wagensberg)

(p. 143) Este principio de la superposición de las componentes de la velocidad es tan simple como evidente, pero resulta engañoso. La única justificación para postular las ecuaciones cruciales (8.5) y (8.6) es que se trata de descubrimientos esencialmente confirmados por la experiencia. De una forma u otra los principios de superposición son artificios tan simplificados que puede parecer que se ha esperado demasiado de ellos; sin embargo, los fenómenos naturales presentan, a veces, estas características y es prácticamente inconcebible que la física se hubiera embarcado en la empresa de hacer grandes descubrimientos, desde la época de Galileo, sin haber intuido muchos de estos "simples" principios. (Gerald Holton)

La desmembración de la estructura, necesaria para su descripción analítica, lleva a menudo a formas que están amoldadas, sintéticas y geométricamente, al procedimiento de cálculo. Esta necesidad se halla en contradicción evidente con el lejano objetivo a que se aspira: la libertad de formas. Un ejemplo típico de esto, son los miles de láminas en forma de bóveda ejecutadas con "refuerzos de borde". Este refuerzo de borde, como elemento resistente necesario, es un puro invento de la teoría clásica de las láminas en forma de bóveda. Físicamente puede prescindirse por completo de los refuerzos de borde, que además son poco atractivos e inoportunos. Algo parecido ocurre con las cúpulas nervadas. [HOSS1972]

pone a su disposición una extensa gama de losas, muros, complementos de gran calidad que reproducen de forma fiel los matices, la textura y el acabado de la piedra. A partir de un original de piedra tallada a mano por maestros expertos en la labra, se construyen moldes exactos al original. Cada pieza se moldea individualmente para "copiar" hasta el más mínimo detalle.

Esta copia artesanal tiene la gran ventaja sobre la piedra natural, a la que reproduce fielmente, de ser más fácil de colocar con lo que se consigue un importante ahorro de tiempo.

En [SODD1989] y [SODD1994] se presenta una aplicación informática para simular la dinámica morfológica de la imagen evolutiva de una ciudad o de un diseño arquitectónico. Estos artículos, ilustrados con escenas de posibles edificios y entornos urbanos generados con dicho software, tienen un tono demasiado ambiguo como para poder distinguir qué aspectos pertenecen realmente a la descripción de los algoritmos y dónde empiezan la imaginaria y las metáforas científicas. Soddu es consciente de la imposibilidad de abarcar la compleja red de relaciones causa-efecto que determina la forma arquitectónica o urbana. La previsión a largo plazo es imposible por la subjetividad de la acción humana, causante también de uno de los principales rasgos urbanos: la diversidad formal de las soluciones a una misma necesidad. Por todo esto, propone concentrarse, a un nivel fenomenológico, en la forma y sus transformaciones, identificando procesos lógicos que expliquen cómo, y no por qué, una agregación de formas tiene un aspecto reconociblemente arquitectónico. Según Soddu, estas reglas lógicas se utilizan en un marco fractal pero no determinista, cada ciclo de decisiones contiene, anidados sucesivamente, muchos otros ciclos, y las diferencias y la impredecibilidad nacen de la resonancia entre ciclos, su momento de activación y el siempre variable flujo de información. El proceso de simulación parece consistir en la aplicación sucesiva de algoritmos de transformación y algoritmos de evaluación y control, alterados en cada paso, engendrando una interminable serie de resultados reconocibles como diferentes "individuos" de las mismas "especies". Existen diversos programas capaces de generar modelos 3D de entornos urbanos mediante la combinación de componentes paramétricos conforme a plantillas predefinidas: edificios, entramados de calles... Soddu afirma que las respuestas de estos sistemas son predecibles, y por ello utiliza, en su lugar, series de procedimientos generativos simultáneos autónomos y no congruentes, operando en diferentes campos. En [SODD1997] aplica estas mismas ideas al diseño industrial, para la generación de series de sillas no repetidas. Afirma que la producción en serie de objetos idénticos no responde a las posibilidades y expectativas del hombre o la mujer del siglo XXI, que preferirán objetos

individualizados y adaptados a sus exigencias diversas: ante la subjetividad de diseñadores/as y consumidores/as no podemos considerar un diseño como necesario; la tecnología de fabricación digital permite realizar con semejante coste de elaboración objetos únicos o repetidos, radicando la pequeña diferencia de coste en la reprogramación de los robots, en definitiva, en el proceso de diseño.

Frente a la especificidad de los modelos analógicos, las computadoras digitales pueden ser programadas para simular cualquier fenómeno natural representable mediante formalismos matemáticos o lógicos, limitadas sólo por su capacidad de almacenamiento y velocidad de cómputo, y la complejidad de cada problema particular (por ejemplo, prácticamente no hay estructura cuyo comportamiento elástico no pueda ser hoy analizado por elementos finitos). Esto incluye, desde luego, algunos aspectos del comportamiento no lineal y del funcionamiento dinámico de materiales y estructuras. El modelado digital suele ser además más sencillo y económico, y los resultados pueden ser fácilmente reprocesados por otra aplicación sin necesidad de digitalizarlos. Por ejemplo, es más fácil elaborar un modelo 3D de cualquier forma geométrica, con las herramientas digitales apropiadas, que construir una maqueta, obviando además la necesidad de medir directamente características y resultados físicos, tales como dimensiones o deformaciones. Un ordenador digital con suficiente capacidad de cálculo, y programado para simular campos de fuerzas y el comportamiento de tejidos o películas de jabón, podría también utilizarse para imitar los procedimientos analógicos empleados por Gaudí o Frei Otto (p. 69). Un sistema de CAAD global debería integrar en cierto modo algunas de estas capacidades de simulación. Para lograr la industrialización eficaz del proceso arquitectónico, dicho sistema debería incorporar además conocimiento sobre procedimientos de fabricación y construcción (p. 45): restricciones en el uso y elaboración de los elementos, tales como convenios dimensionales (de los que se podrá prescindir en la mayoría de los casos) o métodos específicos de fabricación y montaje. De esta forma, el modelo de datos correspondiente, elaborado por el equipo de diseño, podrá ser utilizado directamente por otras aplicaciones encargadas de controlar la maquinaria capaz de conformar y

mecanizar flexiblemente los materiales constructivos y ensamblar los productos (CAM). Así además, será posible reducir, o eliminar completamente, la incertidumbre asociada a la evaluación del coste de un diseño mediante los procedimientos habituales. El diseñador/a o fabricante de un nuevo componente no podrá ya limitarse a dibujarlo, acotarlo e incluir una lista de especificaciones, sino que deberá crear un modelo, conforme a cierto formato estándar, que simule el comportamiento físico y constructivo del producto, posibilitando su reutilización eficaz en edificios diferentes.

la inclusión de motivos morfológicos recurrentes a diferentes escalas o en diferentes elementos, responde al programa de necesidades sociales organizado mediante estructuras anidadas de un modo semejante

Las encuestas demuestran que ha

Otra manifestación del combate especificidad vs. generalidad: los ladrillos se suelen barajar para evitar que aparezcan patrones de color reconocibles; la generalidad de los ladrillos permite que se puedan barajar... se rumorea que los planchas del Guggenheim de Bilbao no se pudieron barajar para evitar ese efecto, dada su especificidad... pero de ser verdad, esto debió ser culpa de la falta de previsión, en este caso (si realmente se diseñó con un sofisticado software de CAD) se reutiliza algo más abstracto que los componentes, principalmente se reutiliza el software para fabricarlos, y nada impide barajar los datos de cada plancha antes de fabricarlas, de modo que se fabriquen consecutivamente piezas no adyacentes

Los diseños derivados son creados automáticamente a partir de especificaciones de alto nivel. Casi siempre, los mecanismos ocultos utilizados para generar los diseños derivados modelan de algún modo procesos biológicos: evolución genética, crecimiento celular...

¿Cuál es el papel constructivo del caos en biología? La respuesta está en la capacidad de los sistemas caóticos para adaptarse. Hasta el sistema caótico más simple tiene un infinito número de órbitas periódicas inestables. Estas órbitas pueden corresponder a infinitos comportamientos distintos. El caos es muy sensible, y el sistema dinámico puede ir rápidamente de una órbita a otra. El corazón está sometido a la influencia de diversos factores externos, y debe poder adaptarse a las diversas situaciones. Debe ser un instrumento flexible. Lo mismo puede decirse del cerebro...

En ambos casos, el corazón y el cerebro, el atractor que representa el comportamiento del sistema de una persona sana tiene una dimensión fractal más alta que, en los casos patológicos, a los que corresponde un atractor mucho más estructurado. Lo regular en biología parece patológico. La capacidad cognoscitiva del cerebro es mayor cuando la dimensión fractal es mayor. También la irregularidad en la palpitación del corazón de una persona joven y sana es muy alta. Para las personas mayores esa irregularidad disminuye.

un desorden pintoresco, la siempre popular iconografía del pueblo mediterráneo... las «famosas ciudades de arte» del mediterráneo oriental «caos global, orden y disciplina en las partes» o la forma de grupo de Maki, o la «se desrolla en el espacio a partir de un sistema de elementos generativos»

Mi escepticismo radica en el convencimiento de la dificultad, casi insuperable, de poder influir en el futuro de las ciudades, al menos en cuanto a planteamientos macroubanísticos... los políticos no creían en la visión futura de ningún programa, porque según ellos era un fracaso cualquier planeamiento que tuviera vigencia superior a cuatro años... la política urbanística que se hace ahora es ésa, la de parcheo... más o menos canalizada a través de una ley, pero, en definitiva, no va a modificar la forma que tiene de crecer espontáneamente la ciudad... la ciudad no la hace el urbanista, sino la sociedad. Lo único que le corresponde a éste es intentar encauzar lo que pasa, sin incordiar. Es decir, nosotros hacemos planeamiento y con eso queremos cambiar unas cosas, pero lo que hacemos es cambiar el valor de los locales comerciales, de los pisos, de los barrios, en definitiva, incordiar en la trayectoria de la ciudad, que es como un organismo vivo.

Una avalancha de nieve suele ser provocada por una red de factores tan compleja que el fenómeno casi parece tener vida... Un pequeño e irritante motivo, normalmente el mismo montañero, desencadena una respuesta enorme orgásmica.

... Las personas primitivas creían a menudo que esos sistemas complejos poseían una mentalidad o espíritu...

Los comportamientos de multitudes y rebaños recuerdan las avalanchas.

Los cambios en la opinión pública pueden ser repentinos; la actitud de una multitud puede convertirse en acción violenta tan abruptamente como el colapso de un muro de nieve...

Los mayores esfuerzos para comprender sistemas como las avalanchas, el tiempo meteorológico, el flujo de gas en los sistemas de combustión interna, y otras cosas arremolinadas se han basado en un intento de analizar los elementos microscópicos. Quizás algún día, dispondremos de matemáticas y dispositivos de medida para alcanzar el éxito con esta clase de análisis, pero dicho reduccionismo no suele acertar con el modo en que los artistas se comportan. Los montañeros más expertos, los afinadores de máquinas más hábiles confían en una percepción intuitiva de las personalidades de los medios con los que trabajan. Las medidas cumplen cierto papel, desde luego, pero una sensación de la personalidad del fenómeno a menudo guía los intentos de encontrar soluciones. Randy Read

[HOFS1985] so. Mi madre decía Blood feast (a la que pertenece la...)

ESTRATEGIAS HEURÍSTICAS DE ALTO NIVEL

Axelrod invitó a varios psicólogos/as, matemáticos/as, expertos/as en ciencias políticas, y expertos/as en computadoras a participar en una competición oponiendo diferentes estrategias una contra otra en un torneo por computadora. La idea era que cada participante proporcionara lo que él o ella considerase la mejor estrategia para jugar una secuencia de interacciones basadas en el dilema del Prisionero, compitiendo las diferentes estrategias una contra otra en un torneo todos-contra-todos... Las reglas de la competición permitían a los programas hacer uso de cualquier información sobre las partidas del juego pasadas. Más aún, los programas no tenían que ser deterministas, sino que se permitía tomar la decisión mediante cualquier clase de dispositivo aleatorio si el jugador lo deseaba.

La estrategia ganadora resultó ser la más simple. Esta era el programa de tres líneas presentado por Anatol Rapoport describiendo la estrategia TIT FOR TAT. Consiste en dos reglas: (1) coopera en el primer encuentro, y (2) en las rondas siguientes, haz lo mismo que tu oponente hizo en la ronda previa. El que esa simple, franca estrategia pudiera triunfar ante tantas reglas, aparentemente mucho más complicadas y sofisticadas, para jugar al dilema del Prisionero parece poco menos que milagroso... [CAST1996]

... ¿Cómo demonios pudo tal programa derrotar a las complejas estrategias enviadas por los demás expertos/as?

... el éxito de un programa depende completamente del entorno en el que está sumergido. No hay una única "estrategia mejor" para todos los entornos, de modo que ganar en un torneo no garantiza el éxito en otro. TIT FOR TAT tiene la ventaja de poder "ir bien" con una gran variedad de estrategias, mientras otros programas tienen una capacidad más limitada de provocar cooperación. [HOFS1985]

Philip Morrison, físico y educador científico del MIT, una vez me contó una historia sobre su infancia. Cuando Morrison estaba en la escuela elemental, uno de sus profesores le describió la invención del arco como un hito central y básico de la civilización humana. Los arcos tenían un significado especial para el joven Morrison. Sentía un cierto tipo de orgullo donde quería que veía un niño que se quedaba sorprendido (y asombrado). Adquirió un nuevo escepticismo sobre todas las truitas arcos, se quedó sorprendido (y asombrado). Adquirió un nuevo respeto por las capacidades de las termitas. Desde entonces, Morrison se ha preguntado acerca de los límites sobre lo que las termitas hacen. ¿Pueden construir arcos, ¿por qué no estructuras más complejas? Con serían capaces de hacer. Si pueden construir arcos, ¿podrían las termitas construir un radio telescopio? Tiempo suficiente, se preguntaba Morrison, ¿podrían las termitas construir un radio telescopio? Probablemente no. Pero las termitas son una de las principales arquitectas del mundo animal. En las planicies de África, las termitas construyen gigantescos nidos con forma de montículos elevados a más de 10 pies de altura, miles de veces más altos que las propias termitas. Dentro de los muros hay intrincadas redes de túneles y cámaras. Ciertas especies de termitas incluso utilizan trucos arquitectónicos para regular la temperatura dentro de sus nidos, convirtiéndolos efectivamente en elaborados sistemas de acondicionamiento de aire. Como E. O. Wilson destaca, "Toda la historia de las termitas... puede verse como un lento avance mediante la innovación arquitectónica desde la dependencia de la madera podrida para cobijarse." [RESN1997]

es de tren. Cada aspecto de un edificio tiene su propia identidad, surgiendo de su propia naturaleza, obedeciendo sus propias reglas, respondiendo al contenido y al contexto. Tiene una forma viviente que debe ser descubierta en vez de impuesta.

ni los usuarios ni los autores de las decisiones clave pueden visualizar las implicaciones de un plan general. Por ejemplo, un plan general fue adoptado recientemente por la ciudad de Gothenberg, en Suecia. Después de su aceptación, algunos sociólogos entrevistaron a los legisladores que habían votado a favor del plan. Se descubrió que la mayoría de los legisladores no habían entendido el plan e incluso que, en algunos casos no habían sido capaces ni de leer el mapa correctamente. [ALEX1975]

Los patrones de las cosas causan auténtico miedo en este proceso, hay poco lugar para cualquier cosa que sea personal en el sentido egocéntrico... porque tú eres meramente el vehículo, el medio, a través del cual las demandas del lugar hablan, y se hacen sentir... y tu visión es un producto del grito interno del lugar, no un capricho o un producto de tu fantasía

El orden de las cosas causa auténtico miedo en este proceso, hay poco lugar para cualquier cosa que sea personal en el sentido egocéntrico... porque tú eres meramente el vehículo, el medio, a través del cual las demandas del lugar hablan, y se hacen sentir... y tu visión es un producto del grito interno del lugar, no un capricho o un producto de tu fantasía

El orden de las cosas causa auténtico miedo en este proceso, hay poco lugar para cualquier cosa que sea personal en el sentido egocéntrico... porque tú eres meramente el vehículo, el medio, a través del cual las demandas del lugar hablan, y se hacen sentir... y tu visión es un producto del grito interno del lugar, no un capricho o un producto de tu fantasía

en la vida diaria a menudo es necesario tomar decisiones aleatoriamente para no quedar atrapado en una regresión infinita de exploración sucesiva de consecuencias y meta-consecuencias, razones y meta-razones...

el uso de los fallos, o discontinuidades, en estructuras que si no serían homogéneas (carentes de sentido), como un modo de comunicar, almacenar y replicar información... corría el riesgo de rebajar el proceso de decisión en el diseño al nivel de una actividad casi hortícola en la que las formas eran cultivadas, alimentadas y desarrolladas como flores destinadas a ganar un premio en un concurso... "es necesario pensar en un sistema de mirros de forma organizada y lo caótica".

No hace falta decir mucho

para advertir que el uso de los fallos, o discontinuidades, en estructuras que si no serían homogéneas (carentes de sentido), como un modo de comunicar, almacenar y replicar información... corría el riesgo de rebajar el proceso de decisión en el diseño al nivel de una actividad casi hortícola en la que las formas eran cultivadas, alimentadas y desarrolladas como flores destinadas a ganar un premio en un concurso... "es necesario pensar en un sistema de mirros de forma organizada y lo caótica".

lamar sencillamente eso, Ayuda. Aunque con frecuencia no ayuden mucho: una revista internacional sobre traducción escribía hace tiempo sobre lo horrible que es leer cosas como ésta: "Guardar como HTML: oprima el botón 'Guardar como HTML' cuando quiera guardar como HTML"...

ni los usuarios ni los autores de las decisiones clave pueden visualizar las implicaciones de un plan general. Por ejemplo, un plan general fue adoptado recientemente por la ciudad de Gothenberg, en Suecia. Después de su aceptación, algunos sociólogos entrevistaron a los legisladores que habían votado a favor del plan. Se descubrió que la mayoría de los legisladores no habían entendido el plan e incluso que, en algunos casos no habían sido capaces ni de leer el mapa correctamente. [ALEX1975]

Los patrones de las cosas causan auténtico miedo en este proceso, hay poco lugar para cualquier cosa que sea personal en el sentido egocéntrico... porque tú eres meramente el vehículo, el medio, a través del cual las demandas del lugar hablan, y se hacen sentir... y tu visión es un producto del grito interno del lugar, no un capricho o un producto de tu fantasía

El orden de las cosas causa auténtico miedo en este proceso, hay poco lugar para cualquier cosa que sea personal en el sentido egocéntrico... porque tú eres meramente el vehículo, el medio, a través del cual las demandas del lugar hablan, y se hacen sentir... y tu visión es un producto del grito interno del lugar, no un capricho o un producto de tu fantasía

1.5. algoritmos genéticos y epifenómenos

En [ALEX1987] se precisa un poco más en qué consiste el ideal subjetivo de belleza de Christopher Alexander, al que se hacía referencia en la p. 17: una sensación "orgánica", que no es una vaga analogía con las formas biológicas, sino una visión precisa de una cualidad estructural específica que tenían las viejas ciudades: la de crecer como un *todo*, sometidas a sus propias leyes de globalidad o coherencia, tanto en las escalas más grandes como en los pequeños detalles. En las ciudades construidas hoy sólo será posible recrear ese efecto actuando sobre el *proceso* mediante el que se conforman. C. Alexander ha creído observar un nuevo patrón general en los lenguajes de *patterns*, descritos en 1.3.1, condensable en un simple proceso capaz de crear globalidad actuando a cualquier escala, "el proceso de *centrado*", semejante al mecanismo de los sueños o al del crecimiento de los organismos biológicos, que asegura que el *todo* crezca poco a poco, impredecible y coherentemente. Este proceso se codifica en una norma predominante: cada nuevo acto de construcción debe cooperar en el saneamiento de la ciudad, creando una estructura continua de *todos*, individualmente saneados, a su alrededor. La condición de globalidad o coherencia se debe alcanzar si cada nuevo *centro* contribuye simultáneamente a la producción de otros *centros*, tanto de inferior como de superior escala. Esta norma debe considerarse además, según C. Alexander, como una definición recursiva del concepto "*centro*".

En 1978 experimentaron estas ideas en la simulación del crecimiento de un entorno urbano, con un grupo de estudiantes desempeñando el papel de ciudadanos/as-auto-diseñadores/as. Para ello, sustituyeron la norma predominante descrita antes por un sistema aproximado de reglas operando en diferentes aspectos de la estructura urbana, que instruyesen a los/las sujetos del experimento sobre qué hacer y cómo hacerlo. Se pretendía que, de algún modo, el orden a gran escala emergiera orgánicamente a partir de la cooperación de pequeños actos individuales de construcción, que desempeñaran simultáneamente papeles distintos respecto a diferentes *centros* mayores, generando complejos bucles de realimentación entre los *centros* correlacionados

a varios niveles. En la evaluación del experimento de [ALEX1987] se afirma que el orden a gran escala de la forma final obtenida era demasiado débil, de modo que todavía podía ser percibida como un agregado de partes poco solapadas en vez de cómo un único *todo* bien formado. El aspecto más controvertido de esta teoría es que pretende que la estructura urbana emerja sin unas reglas de zonificación prefijadas y sin un molde o plan general que predetermine el esquema general de organización a gran escala y la disposición de los huecos posteriormente rellenables. Así pues, el proceso es incompatible con los métodos convencionales de desarrollo urbano, de gestión económica y distribución de la propiedad del terreno, carentes de flexibilidad y adaptabilidad. Particularmente, la disposición de las calles es generada por la disposición y la forma de los edificios, en vez de al contrario que es lo común hoy en día, y subordinada también al espacio peatonal, con lo cual el sistema viario resulta bastante informal, y podría no funcionar en un proyecto a gran escala en el que aspectos como conectividad de las calles, accesos y aparcamientos, podrían desempeñar un papel importante.

Al identificar en [ALEX1987] un proceso que supuestamente simule una cualidad estructural de las viejas ciudades, se trataba de captar su comportamiento evolutivo a un nivel de abstracción intermedio (como en la p. 76), ni tan alto que condujese al diletantismo estético propio del diseño urbano, ni tan bajo que exigiese simular cada minúscula causa del fenómeno (lo cual permitiría obtener, si fuera posible, una copia idéntica en vez de una simulación). La vaguedad de los conceptos, como "completar" o "sanear", utilizados para seleccionar las posibles soluciones, sugiere que la clave de la simulación debe ser simplemente que el proceso informal actúe poco a poco, considerando su influencia a varias escalas simultáneamente, y realimentándose en cada paso con lo construido previamente. En efecto, la aplicación de reglas para controlar el proceso garantiza que el resultado no sea caótico, sino que contenga cierto tipo de estructuras formales y redundancias. La naturaleza de esas normas, en este caso, asegura además que las formas sean coherentes a varias escalas. Cada pequeño acto de construcción sirve para *completar* lo ya construido y al mismo tiempo propaga su influencia *hacia arriba*, aunque no demasiado, creando

expectativas sobre lo que se construirá luego. La mayor o menor rigidez de estas expectativas y la menor o mayor posibilidad de modificar lo ya construido determinan la capacidad de las formas para adaptarse a necesidades emergentes, durante el proceso.

Tanto el proceso informal descrito como los trabajos de C. Soddu de la p. 76 están estrechamente relacionados con la manera actualmente más común de interpretar los mecanismos morfológicos característicos de los fenómenos naturales. Pueden considerarse, por tanto, manifestaciones de una tendencia a tratar los sistemas naturales y artificiales del mismo modo, y a considerar el entorno humano integrado en el ecosistema global. Los algoritmos genéticos son una familia de técnicas computacionales aplicables en la búsqueda de soluciones a problemas, no necesariamente bien formulados, inspirada en modelos de la teoría de la evolución de Darwin. Típicamente, el espacio de posibles soluciones, fenotipos, está representado por un conjunto de elementos, cromosomas o genotipos, compuestos combinando símbolos componentes de un determinado alfabeto. Se supone, por tanto, que el conjunto completo de soluciones admisibles puede generarse obteniendo todos los posibles genotipos variantes. El mecanismo de búsqueda procede repetidamente a través de sucesivas generaciones, subconjuntos de multitud de genotipos, obtenidas cada una de la anterior mediante operadores que actúan aleatoriamente creando nuevas variaciones. En cada etapa, se utilizan unas reglas de selección para determinar cuáles son los fenotipos más adaptados de cada generación de múltiples posibles soluciones. Los genotipos correspondientes sobreviven, siendo descartados los demás. Así, hipotéticamente, tras sucesivas etapas, el subconjunto puede converger hacia una configuración más o menos estable en la que predominen los genotipos que representan las soluciones más adecuadas. El modelado del problema correspondiente consiste, por tanto, en la determinación del conjunto de soluciones posibles, del mecanismo de traducción de fenotipos a genotipos, y de las reglas usadas para evaluar la adaptación de cada fenotipo, y por tanto del genotipo asociado. El empleo de una representación simplificada en forma de genotipos no es imprescindible, sin embargo se usa comúnmente porque permite expresar con mayor sencillez las

operaciones de variación, generalmente cruzamiento y mutación aleatoria. Estos algoritmos pueden servir para resolver problemas cuando se desconoce el modo en que formalizar explícitamente un proceso específico de aproximaciones sucesivas que determine cómo debe cambiar una solución provisional para tender hacia una solución más adaptada. Es decir, en aquellos casos en los que uno más o menos sabe lo que "no debería hacer", pero no lo que "debería hacer" (p. 71).

Los algoritmos genéticos se han empleado ocasionalmente para la resolución de problemas de ingeniería (por ejemplo en [PARM1993]), en ámbitos limitados con un sencillo conjunto de soluciones, y en los que resulta fácil evaluar la adaptación mediante una función de coste. Asimismo, se han aplicado para buscar la distribución espacial óptima en planta de un conjunto de actividades, en edificios tales como bloques de oficinas u hospitales. En [GERO1996] y [GERO1997] se discuten estos casos, combinados con una estrategia para acelerar la velocidad de convergencia del proceso, inspirada en los métodos de la ingeniería genética. Esta técnica consiste en analizar los genotipos más adaptados de cierta generación, para tratar de reconocer patrones en las combinaciones de componentes del alfabeto inicial, que justifiquen su elevado éxito. El caso más sencillo es el reconocimiento de bloques de nivel superior (calculando las frecuencias empíricas de aparición de todas las combinaciones de cierto número de elementos) que se consideran a partir de entonces como genes emergentes evolucionados. Estos genes superiores pueden añadirse al alfabeto que se utilizará en las siguientes etapas, entremezclándose con los componentes de nivel inferior. Los mecanismos de mutación deben alterarse a partir de entonces para asegurar que los nuevos genes descubiertos no sean destruidos aleatoriamente, e incluso para incrementar sucesivamente la presencia de esos genes en la población. También es posible emplear una técnica semejante para descubrir patrones correspondientes a las soluciones menos adecuadas, y acelerar su tendencia a desaparecer en las nuevas generaciones. Los genes evolucionados pueden reutilizarse limitadamente para la resolución de familias de problemas semejantes. En el caso de los problemas de distribución en planta, ciertas

actividades tienden a agruparse con más fuerza que otras, de modo que deberían ser situadas como un conjunto espacial compacto en cualquier distribución sub-óptima; esta tendencia se debería reflejar en algunos genes superiores que supuestamente podrían reutilizarse en otros problemas muy similares.

En [GOME1999] se propone el uso de una base de casos para comenzar el proceso de solución de un sencillo problema de diseño. Se escogen inicialmente aquellos casos de la base que parcialmente cumplan los requisitos del problema, y se emplean como la población-semilla que se somete al algoritmo genético. De este modo, diversas combinaciones de rasgos de los casos primitivos evolucionarán en paralelo, adaptándose al problema específico, y la solución contendrá aspectos, o modificaciones de aspectos, de varios de dichos casos iniciales. El conocimiento sobre el dominio del problema está codificado sólo en el conjunto inicial de casos, implícitamente, y en el módulo de selección del algoritmo genético, que evalúa simplemente cuántas restricciones y requerimientos del problema se cumplen.

En [FRAZ1995] se describen brevemente una serie de trabajos desarrollados en la AA de Londres, bajo la dirección de John Frazer, sobre arquitectura evolutiva. Sus ambiciosos objetivos eran: lograr para el entorno construido el comportamiento simbiótico y el balance metabólico característicos del entorno natural, e investigar la posibilidad de programar la evolución de ciertos sistemas usando conjuntos de reglas locales (muy simples, incluso, como en sencillos autómatas celulares) capaces de generar propiedades emergentes y comportamientos aparentemente no prescritos por dichas reglas y no *imaginados* por el programador. Para ello confiaban, *naturalmente*, en que cuando se alcance una cierta *masa* de complejidad los objetos puedan auto-organizarse y auto-reproducirse ilimitadamente, no sólo creando iguales sino también produciendo objetos más complicados. En la introducción de ese libro, se mencionan brevemente algunos temas estrechamente relacionados con los expuestos en 1.4: la naturaleza y las ciencias naturales como fuente de explicación o como fuente de inspiración, modelos naturales y artificiales, sistemas generativos, creatividad y modelado mediante computadoras,

industrialización y post-industrialización, soft-arquitectura adaptable a las condiciones del entorno... Algunas de estas ideas condujeron a la elaboración, por el grupo de Frazer, de artificiosas combinaciones de conexiones y elementos electrónicos, y componentes para maquetas de edificios, en las que el modelo físico era usado como dispositivo de entrada o salida, algunas veces como interfaz sencilla utilizable por auto-diseñadores/as, y otras veces determinando la configuración del sistema de procesamiento electrónico.

J. Frazer destaca que los algoritmos genéticos son procedimientos de búsqueda altamente paralelos, dado que usan poblaciones de múltiples posibles soluciones en vez de una sola, y adaptativos, puesto que las soluciones óptimas se obtienen a través de pequeños cambios graduales a lo largo de varias generaciones. Particularmente, describe la aplicación de estos métodos para simular la evolución de columnas Toscanas o cascos de yates, empleando un procedimiento de selección que combina la evaluación automática de diversos aspectos funcionales con la opinión de un experto/a humano/a (selección artificial). Al final de [FRAZ1995] se describe un sistema que pretende *cultivar una semilla para producir diferentes edificios*, bajo la influencia de un entorno simulado. Para ello propone el uso de una estructura conceptual fija, a la que denomina modelo iso-espacial, semejante a un autómata celular tridimensional, una máquina de estados, que debería proporcionar también la sintaxis del lenguaje genético. Cada nodo de la malla iso-espacial recursivamente subdivisible puede interpretarse, en cierto modo, como un objeto en el sentido de 1.3.2, codificando información sobre cómo se relaciona con los nodos adyacentes, y datos e instrucciones describiendo el proceso para construir el fenotipo. Tanto la forma como el contexto son representados por medio de esta estructura conceptual, y supuestamente ambos coevolucionarían al alterarse el contenido del modelo iso-espacial mediante sucesivas transformaciones de las propiedades y las reglas asociadas a cada nodo.

Probablemente, la aplicación más popular de los algoritmos genéticos son los modelos para simular la dinámica evolutiva de poblaciones de organismos. La estructura y comportamiento de dichos organismos son representados por medio de cadenas de símbolos que codifican en muchas

ocasiones las tablas de transición de autómatas finitos o los coeficientes de las conexiones de redes neuronales. Otras veces, los organismos son programas en lenguaje LISP: expresiones simbólicas compuestas de funciones primitivas y terminales (o argumentos, variables o constantes) que pueden ser analizadas mediante estructuras en forma de árbol (p. 31). Los operadores de mutación y cruzamiento, que introducen innovación y diversidad en la población, se definen entonces en función de la estructura recursiva del lenguaje, modificando los árboles sintácticos de tal modo que los organismos variantes sean programas gramaticalmente correctos (esos operadores son análogos a los procesos de ramificación de los L-Systems, p. 64). Estas técnicas de programación automática podrían resultar particularmente útiles en la optimización de algoritmos cuando la solución estricta no se puede obtener utilizando métodos matemáticos convencionales, y cuando no se tiene certeza sobre las relaciones entre las variables del problema. Durante el proceso evolutivo se pueden usar técnicas semejantes a las de la p. 83 para evitar la pérdida prematura de material genético importante, detectando sub-árboles evolucionados que contengan código útil, encapsulándolos y comprimiéndolos en nuevos módulos que puedan ser reutilizados como argumentos o funciones superiores. Comúnmente estos nuevos bloques constructivos son protegidos mediante técnicas específicas para evitar que se descompongan aleatoriamente en las generaciones siguientes. Este método de compresión acota el conjunto de soluciones accesibles y acelera la convergencia del sistema, pero para que no sea contraproducente es necesario resolver las siguientes cuestiones nada triviales: ¿cómo reconocer las estructuras emergentes?, y ¿hasta qué punto conviene encapsularlas rígidamente?.

En [BROU_] se detallan una serie de experimentos, realizados con un sistema evolutivo, procurando obtener formas que pudieran ser usadas como configuraciones de *espacios* (en sentido arquitectónico). En este caso, el sistema generador de formas es un L-System cuyas cadenas de símbolos son interpretadas como instrucciones para crear el fenotipo, y cuyas reglas de reescritura constituyen los operadores de mutación. El fenotipo es un modelo geométrico representado por esferas dispuestas en los nodos de una malla iso-

espacial. El objetivo, a partir de aquí, es programar unas funciones adecuadas que evalúen la adaptación de cada conjunto de diminutas esferas, en función de que compongan una configuración de espacios más o menos aceptable. Concretamente se describen tres experimentos, en el primero se premian aquellas configuraciones que envuelven un volumen grande en comparación con el volumen de la propia forma. El espacio interior se define como el conjunto de nodos de la malla iso-espacial invisibles desde el exterior debido a la presencia a la forma envolvente. En los dos siguientes se emplean dos especies de fenotipos interrelacionadas que deben evolucionar simbióticamente en busca de un beneficio mutuo. En uno de ellos se simula la coevolución de una especie que representa las formas envolventes y otra que constituye los espacios envueltos. Las formas envolventes deben tender a circundar un espacio asociado lo más grande posible, mientras que los espacios deben tender a estar contenidos al máximo en las formas envolventes. El tercer experimento simula la coevolución de una pareja de especies representando las envolventes y la circulación entre espacios interiores. Cuando las interrelaciones entre las especies son relativamente complejas, los criterios de coadaptación dependen de aspectos que no pueden obtenerse directamente del modelo, sino que deben extraerse interponiendo un proceso de análisis e interpretación.

En [TAYL1997] se describe la división existente, tanto en el campo de la vida artificial como en el de la inteligencia artificial, entre los sistemas diseñados específicamente para acometer alguna tarea compleja por cualquier medio que el diseñador/a pueda idear, incluso aunque esté sólo lejanamente relacionado con el modo en que la realizan los organismos naturales, y los sistemas que pretenden modelar con precisión las estructuras dinámicas biológicas y destinados a comprobar hipótesis sobre el comportamiento de la naturaleza. Los primeros deben codificar explícitamente conocimientos empíricos o reglas heurísticas, a un nivel intermedio (p. 65), y suelen estar adaptados específicamente al problema que pretenden resolver. Los segundos pretenden capturar conocimiento de un nivel más fundamental, y por tanto se caracterizan por una mayor generalidad y una menor economía (p. 37), lo cual les hace ineficaces para cualquier aplicación corriente. Las gramáticas formales descritas

en el capítulo anterior son procedimientos para sintetizar formas o soluciones empleando reglas generativas bastante elementales que actúan de abajo hacia arriba. La mayoría de los sistemas descritos en este capítulo generan variaciones mediante procedimientos aún más básicos y generales, como los cruzamientos y las mutaciones aleatorias, lo cual sugiere que el conjunto de soluciones posibles que se pueden someter a comprobación está menos acotado. Los autores de [GERO1998] distinguen entre lo que llaman proceso de diseño rutinario, cuando el espacio de diseños posibles está predeterminado, y el diseño exploratorio o creativo, cuando el espacio es ampliado durante el proceso. Una solución obtenida simplemente mediante la modificación de parámetros no suele calificarse como *creativa*, y comúnmente este adjetivo se reserva para los casos en que se aprecia un cambio *estructural*, por ejemplo al añadir nuevas variables a las usadas originalmente para definir el espacio de diseño (ver también p. 236). Al final de [GERO1998] se mencionan algunos métodos que se podrían emplear para aumentar el número de dimensiones del espacio de soluciones: dividir una variable en dos, importar variables de otros espacios de diseño mediante combinación o analogía, o descubrir nuevas características emergentes y nuevas variables para describirlas, mediante ingeniería inversa. Otra forma de disimular la limitación de los espacios de soluciones predeterminados es la que se emplea en programación genética, al permitir que el genotipo, el programa LISP en este caso, tenga una longitud variable, aunque limitada en todo caso por la capacidad de la computadora en la que se ejecute el proceso. El aspecto más sugerente de las técnicas de programación automática es que el usuario/a no predetermina rígidamente la arquitectura de la solución final del problema, siempre que las reglas de selección sean suficientemente generales, sino que ésta emerge maquinalmente como resultado del proceso de búsqueda. Utilizar de este modo los algoritmos genéticos suele considerarse más atractivo, desde el punto de vista del diseño creativo de formas, que emplearlos simplemente para optimizar el valor de los parámetros de una geometría dada. En función del modo en que se interprete el genotipo, la primera posibilidad parece representar una búsqueda de grano grueso entre un conjunto de soluciones muy diversificado, mientras que en la

segunda se exploraría un espacio menos variado en busca de un ajuste fino. Para lograr que el proceso funcione de la primera manera descrita, el genotipo debe ser una transcripción del fenotipo tan completa como sea posible. En este sentido también, en [RAY_1997] se procura distinguir los sistemas para sintetizar estructuras de datos que puedan ser consideradas como ejemplos de *formas vivas por derecho propio*, de aquellos otros que generan datos para ser interpretados como simulaciones de determinadas formas de vida naturales.

En una tarea de diseño, durante el proceso de formalización deben hacerse explícitos los requerimientos y restricciones que no podían conocerse de antemano, sino que dependen de la solución. Desde el punto de vista *moderno*, el hechizo de los algoritmos genéticos, como método de síntesis de formas de abajo hacia arriba, obedece a su presunta capacidad de explorar todas las opciones posibles en busca de la solución más adaptada al contexto, sin influencias dirigidas de arriba hacia abajo procedentes de moldes cognoscitivos o estéticos predeterminados. De este modo, alivian la conciencia del diseñador/a al representar hipotéticamente una oportunidad de experimentar con los *verdaderos determinantes de la forma* y de descubrir una *estética pura rigurosamente adaptada a la función* y al problema que se pretende resolver. Ofrecen una absoluta libertad de representación, y aparentemente permiten evitar la arbitrariedad de tener que resolver por anticipado gran parte de los problemas posibles, elaborando un modelo de datos o una base de conocimientos explícitos, estáticos y prefijados, que codifiquen información sobre cómo enfrentarse a cada caso individualmente. Al integrar el entorno del problema en el algoritmo para resolverlo, sea explícitamente en forma de reglas de selección de grano grueso o implícitamente como un modelo que coevoluciona junto con la solución, las restricciones específicas emergerían dinámicamente al adaptarse el fenotipo a la idiosincrasia del problema (incluso aquellas demasiado sutiles como para ser reconocidas por un ingeniero/a de conocimiento).

Así pues, los sistemas basados en conocimiento (1.7) parecen demasiado específicos y arbitrarios, mientras que los algoritmos genéticos son demasiado generales, brutos e ineficaces. Cuando se aplican estos últimos al

diseño creativo de arquitectura, generalmente el problema se codifica mediante unas reglas de selección demasiado gruesas, para que el sistema converja rápidamente (p. 22), y las formas resultantes no se ajustan a las restricciones arquitectónicas más básicas. Para que el procesamiento genético tenga cierta eficacia, es imprescindible que el sistema aprenda, es decir, que memorice conocimientos que puedan ser reutilizados, y que tenga capacidad para reestructurarlos de forma que puedan ser adaptados a la solución de problemas diferentes. Las técnicas descritas en las páginas 83 y 86 apuntan en esta dirección pero aún así no avanzan demasiado, como ya se indicó, dado que quedan sin despejar las dudas sobre cómo reconocer patrones emergentes sin emparejarlos con moldes conceptuales arbitrarios prefijados, cómo emplearlos sin acotar inoportunamente el conjunto de soluciones, y cómo reutilizar fluidamente en otros contextos este conocimiento adquirido, amoldado *naturalmente* a un problema específico.

Los sistemas descritos en este capítulo comparten la esperanza de generar rasgos emergentes por medio de un proceso de síntesis a partir de pequeños elementos, sin la intervención de un control centralizado. La emergencia suele describirse como un fenómeno por el que un conjunto de unidades sencillas en interacción adquiere cualitativamente nuevas propiedades que no pueden explicarse fácilmente mediante la simple superposición de contribuciones individuales. Cuando se refiere a organismos vivos, el desarrollo de patrones y formas complejas se suele denominar morfogénesis. La metodología empleada típicamente por los sistemas de generación de Vida Artificial [BONA1997] es reduccionista dado que pretenden simular comportamientos de alto nivel a partir de causas de bajo nivel. Este enfoque del estudio de sistemas complejos se caracteriza, por tanto, por un reduccionismo no precedido de un análisis exhaustivo. Esto parece habitualmente más fácil que empezar con ciertas manifestaciones de un fenómeno complejo y tratar de encontrar sus principios fundamentales mediante un análisis de arriba hacia abajo. En cualquier caso, normalmente todo modelo organizado de abajo hacia arriba necesita validarse mediante datos de nivel superior. El objetivo de tales modelos no es simplemente generar patrones emergentes cualesquiera a partir

de la interacción casual de los componentes, sino obtener propiedades de alto nivel con suficiente entidad como para ser reconocibles y utilizables de algún modo. Y reconocer un fenómeno supone disponer de una red de estructuras conceptuales coordinadas, en alguna de las cuales encajen ciertas percepciones de ese fenómeno. Es imprescindible por tanto disponer de otro modelo simbólico capaz de representar las propiedades emergentes comprimidas a un nivel superior. Este modelo de nivel *macroscópico* podría calificarse como fenomenológico en cuanto esté desconectado causalmente del modelo *microscópico*. Algunos ejemplos arquetípicos de entidades emergentes, derivadas de la acción coherente de múltiples componentes, son las nubes de pájaros, los bancos de peces, los comportamientos de colonias de hormigas y termitas, o también las celdas de convección térmica de Bénard y las oscilaciones de la reacción de Belousov-Zhabotinsky frecuentemente mencionadas por Ilya Prigogine [NICO1987]. En todos estos casos carecemos de descripciones del comportamiento de nivel superior en función del nivel inferior, pero al mismo tiempo podemos observarlas porque conforman patrones sencillos fácilmente reconocibles. Los recorridos de los grupos de hormigas en busca de comida son ejemplos particularmente singulares de orden espontáneo y auto-organización *esclavizando* el comportamiento de los elementos individuales. Este tipo de complejidad que emerge descentralizadamente a partir de dinámicas complejas colectivas, causadas por simples mecanismos locales auto-reforzados, es a menudo más robusta y flexible que una complejidad organizada o programada de arriba hacia abajo, según [MAES1997]. Esto se debe a que ninguno de los componentes es realmente responsable de producir dicha complejidad, ninguno es más crítico que otro. Un sistema de agentes autónomos en interacción puede explorar múltiples soluciones en paralelo, de modo que tan pronto como ciertas variables del entorno cambian, el sistema puede adaptarse acoplándose a un modo alternativo de funcionamiento.

Douglas Hofstadter ha escrito al menos dos diálogos que reflejan algunas de las cuestiones mencionadas en este capítulo. El título de uno de ellos, publicado inicialmente en 1981, es *Who Shoves Whom Around Inside the Careenium? or, What Is the Meaning of the Word "I"?* [HOFS1985],

parafraseando una pregunta formulada por el neurofisiólogo Roger Sperry: "Who shoves whom around inside the cranium?" (¿quién impulsa a quién dentro del cráneo?). El otro se titula *...furmiga* [HOFs1979] e ilustra una discusión general sobre temas como: niveles de descripción, lenguajes de programación, reduccionismo y holismo, sistemas "cercaños a la descomponibilidad" y sistemas "cercaños a la indescomponibilidad", mente versus cerebro ... y epifenómenos:

Conversaba yo un día con dos programadores de sistemas de la computadora que estaba usando. Decían ellos que el sistema operativo se mostraba capaz de arreglarse para satisfacer con gran comodidad a cerca de treinta y cinco usuarios, pero que a partir de ese número, poco más o menos, el tiempo de respuesta se dilataba súbitamente, llegando a ser tan lento que uno podía hacer el registro y luego irse a su casa a esperar. En broma, dije: "¡Bueno, esto es fácil de solucionar: basta con situar el sitio del sistema operativo donde está almacenado el número '35' y cambiarlo por '60'!". Festejaron mi ocurrencia. La gracia reside, por supuesto, en que tal sitio no existe. ¿Dónde aparece, entonces, el número crítico: 35 usuarios? La respuesta es: Es una consecuencia visible de toda la organización del sistema: un "epifenómeno".

Lo mismo sería preguntarle a un atleta, "¿Dónde está almacenado el '11' que lo hace a usted capaz de correr 100 metros en 11 segundos?". Obviamente, en ninguna parte. [HOFs1979]

¿Qué es lo que da su identidad a una persona individual? ¿Son, hasta cierto punto, los mismos átomos que componen su cuerpo? ¿Depende su identidad de la particular elección de electrones, protones y otras partículas que componen estos átomos? Hay al menos dos razones por las que no puede ser así. En primer lugar, hay una continua renovación en el material del cuerpo de cualquier persona viva. Esto se aplica en particular a las células del cerebro de una persona ... La inmensa mayoría de los átomos en cada célula viva (incluyendo cada célula del cerebro) -y, de hecho, virtualmente todo el material de nuestros cuerpos- han sido reemplazados muchas veces desde el nacimiento. ... Lo que diferencia a la persona ... es la pauta con que están dispuestos sus constituyentes, y no la individualidad de los propios constituyentes. ... Los comentarios anteriores sobre la continua renovación de los átomos en el cuerpo de una persona se hicieron en el contexto de la física clásica más que de la cuántica. Los comentarios se expresaron como si tuviera algún significado mantener la individualidad de cada átomo. De hecho la física clásica es adecuada y no andamos totalmente errados, a este nivel de descripción, en considerar los átomos como objetos individuales. [PENR1989]

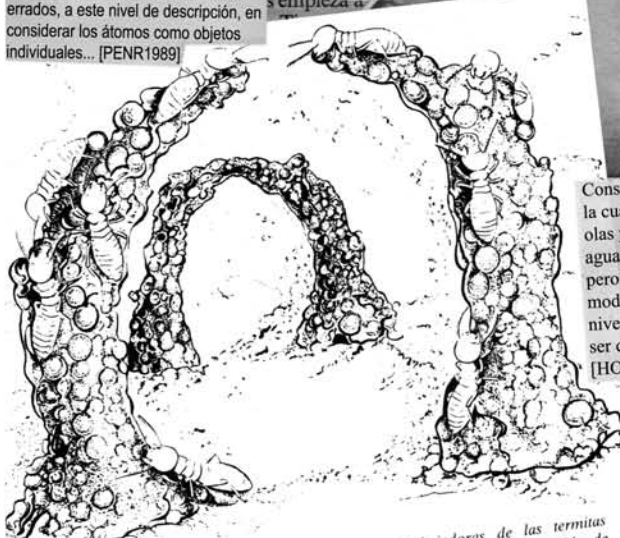


FIGURA 69. La construcción de un arco por trabajadoras de las termitas *Macrotermes bellicosus*. Cada columna es construida mediante la acumulación de bolitas de tierra y excremento. En la parte externa de la columna de la izquierda se observa una obrera en el momento en que deposita una bolita fecal. Otras, que han transportado bolitas en sus mandíbulas a lo largo de las columnas, las están colocando en los extremos en crecimiento de las mismas. Cuando una columna alcanza determinada altura, las termitas, guiadas evidentemente por el olor, comienzan a dirigirlas en ángulo, hacia la columna vecina. Al fondo, se ve un arco ya completado. [Dibujo de Turid Hölldobler; tomado de E. O. Wilson, *The Insect Societies* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1971), p. 230.] [HOFST1979]

Cuando se producen emigraciones de multitudes de hormigas, a veces éstas crean puentes vivientes con sus propios cuerpos

Las partículas que actualmente componen esa abolladura en mi pared hacen de hardware - el material que codifica el patrón. El patrón idealizado que está siendo codificado es el software del bollo. Aquí estoy utilizando software para indicar algo así como forma, y hardware para indicar algo así como contenido. Si conozco suficientemente bien el software del bollo, puedo construir una réplica exacta de él donde quiera. Dado que un objeto existe, su forma existe, de modo que es legítimo razonar acerca de la forma como un concepto definido. [RUCK1987]

Ideas tales como auto-organización y emergencia están afectando la dirección y la naturaleza de la investigación en muchos otros campos, desde la economía a la ingeniería a la antropología. En general, hay un pronunciado desplazamiento hacia modelos descentralizados, en los que patrones son determinados no por una autoridad centralizada, sino por medio de interacciones locales entre componentes descentralizados ... Mientras las hormigas buscan comida, por ejemplo, los patrones de sus rastros son determinados no por las órdenes de una hormiga reina, sino por interacciones locales entre miles de hormigas obreras ... A un nivel profundo, la gente parece tener gran preferencia por las formas de pensar basadas centralizadas. Cuando la gente ve patrones en el mundo (como una bandada de pájaros), tienden a asumir [antropomórficamente] que existe un cierto tipo de control centralizado (un líder de la bandada). Y al construir sistemas artificiales, a menudo se impone un control centralizado donde no es necesario (por ejemplo, usando estructuras jerárquicas de programación, arriba-abajo, para controlar el comportamiento de un robot).

De acuerdo con esta manera de pensar, un patrón sólo puede existir si alguien (o algo) crea y dirige ese patrón. Todo debe tener una causa única, un definitivo factor de control. La continuada resistencia a las teorías evolutivas es un ejemplo. Mucha gente insiste en que algo o alguien debe haber diseñado explícitamente las estructuras complejas y ordenadas que llamamos vida ... Esta presunción de un control centralizado, un fenómeno que denominé mentalidad centralizada, no es sólo un concepto erróneo de las personas científicamente ingenuas. La historia de la ciencia está plagada de ejemplos de científicos aferrándose a explicaciones centralizadas, incluso frente a evidencias contrarias ... Incluso hoy, el pensamiento centralizado persiste en los debates evolutivos. Al intentar explicar las extinciones masivas periódicas de la vida en la tierra, muchos científicos presuponen alguna causa externa - por ejemplo, ondas periódicas de meteoritos golpeando la tierra. Pero es posible utilizar explicaciones más descentralizadas. Algunas simulaciones recientes con computadoras muestran que interacciones simples dentro de un proceso evolutivo estándar pueden dar lugar a extinciones periódicas masivas, sin una intervención exterior. [RESN1997]



Consideremos la superficie de un lago, sobre la cual pueden producirse diferentes tipos de olas y ondulaciones. El hardware -a saber, el agua misma- es idéntico en todos los casos, pero cuenta con la posibilidad de distintos modos de excitación. Tales excitaciones, de nivel software, del mismo hardware, pueden ser diferenciadas perfectamente entre sí. [HOFST1979]



La selección natural no maximiza necesariamente la adaptación, ni siquiera en teoría. Pese al éxito tradicional de los argumentos sobre optimización, es necesario reconocer que contribuciones tales como oportunidad, necesidad estructural, pleiotropía, accidentes históricos y varias otras, impiden que éste sea "el mejor de los mundos posibles"

obsesión ha sido la escritura geométrica: romper también la linealidad del texto no con la tecnología sino aunando literatura y geometría para "que la vida sea mortal de Lois. Una proeza admirable, aunque del todo imposible, incluso para Superman. El sentido de la rotación de un planeta no está relacionado con la dirección en la que fluye el tiempo. De ser un planeta como Venus,

Una Bandada No Es un Gran Pájaro Al intentar comprender el sentido de los sistemas descentralizados y los fenómenos de auto-organización, la idea de niveles es sumamente importante. Las interacciones entre objetos a un nivel dan lugar a nuevos tipos de objetos a otro nivel ... En muchos casos, los objetos de un nivel se comportan muy diferentemente a los objetos de otro nivel. Para los estudiantes de secundaria, estas diferencias de comportamiento pueden ser muy sorprendentes, si no confusas ... Los estudiantes se quedaron impresionados cuando los atascos de tráfico comenzaron a moverse hacia atrás, a pesar de que todos los coches dentro de los embotellamientos estaban moviéndose hacia adelante.

La confusión de niveles no es un problema restringido a los estudiantes de secundaria científicamente ingenuos. También mostré el programa de tráfico StarLogo a dos investigadores visitantes, miembros de la comunidad de investigación sobre cibernética. Ellos no se sorprendieron en absoluto al ver los embotellamientos moverse hacia atrás. Estaban bien enterados de ese fenómeno. Pero entonces uno de los investigadores dijo, "Sabes, he oído que esa es la causa de que haya tantos accidentes en las autopistas de Los Angeles. Los embotellamientos se mueven hacia atrás y los coches se precipitan hacia delante, de modo que hay montones de accidentes." El otro investigador reflexionó un momento, y luego replicó, "Espera un momento. Los coches chocan con otros coches, no contra los atascos de tráfico." Sencillamente, pensaba que el primer investigador había confundido los niveles, mezclando los coches y los atascos inadecuadamente. Los dos investigadores dedicaron entonces media hora a intentar desenmarañar el problema.

Un Embotellamiento de Tráfico No Es Sólo una Colección de Coches Para la mayoría de los objetos cotidianos, es adecuado pensar en el objeto como en una colección de partes particulares. (Una silla particular podría tener cuatro patas particulares, un asiento particular, un respaldo particular.) Pero no es lo mismo con objetos tales como los atascos de tráfico. Imaginar un atasco de tráfico como una colección de partes particulares es un camino seguro hacia la confusión. Los coches que componen un embotellamiento de tráfico están siempre cambiando, conforme algunos coches abandonan el atasco por delante u otros se unen por detrás. Incluso cuando todos los coches del atasco son reemplazados con nuevos coches, todavía sigue siendo el mismo atasco de tráfico. Un embotellamiento puede ser descrito como un "objeto emergente" - emerge de la interacción entre objetos de menor-nivel (en este caso coches). [RESN1997]

el mismo individuo que anteriormente había atacado el *David*, de Miguel Ángel, escultura conservada en Florencia. La

El atacante, identificado como Piero Cannata, fue detenido después de pintar con un rotulador sobre el lienzo *Sendas onduladas*, de Pollock, uno de los dos cuadros del pintor expresionista estadounidense con que cuenta el museo romano. Según la versión de la policía italiana, Cannata sobrepasó el límite de seguridad y, mientras sonaban las alarmas, en un planeta como Venus, que gira en sentido opuesto al de la Tierra, el tiempo transcurriría un a la inversa! Vivimos rodeados de información que no sabemos quién produce y desconocemos las estrategias que la guían", afirmó

los errores escandalosos son mortales, pero los pequeños errores se encargan de que todo funcione de un modo suficientemente tenue como para que puedan surgir novedades. Si el error consta de unos pasos suficientemente pequeños, una aproximación casi perfecta puede construirse gradualmente ... Las pequeñas ondulaciones que existen o más bien persisten lo suficiente como para ser observadas son las formas inferiores que poseen lo que podría denominarse personalidad. Las rocas y la nieve tienden a tener poca personalidad porque las ondulaciones son de una escala demasiado pequeña y dominadas por la aleatoriedad. El humo tiene más... Randy Read [HOFS1985]

Chapuzas de la evolución JESÚS MOSTERÍN

En el siglo XVIII se puso de moda inferir la existencia de Dios a partir del perfecto diseño de las criaturas. El teólogo William Paley (1743-1805) argüía que, así como el preciso ensamblaje de las partes de un reloj revela un fin (la medida del tiempo) e implica un relojero, así también el consumado mecanismo de cualquier órgano animal delata un propósito claro y un óptimo plan, obra de un diseñador divino. Algunos biólogos evolucionistas han compartido el entusiasmo de Paley por la perfecta adaptación de los organismos, aunque atribuyéndola a la selección natural, y no a la divina providencia.

El ejemplo favorito de Paley era el ojo de los vertebrados, un instrumento óptico presuntamente perfecto y maravillosamente adaptado a la función de ver. Sin embargo, y como ha subrayado George Williams, la organización anatómica de nuestro ojo es el resultado chapucero de una serie complicada de avatares evolutivos, algunos claramente desafortunados (desde un punto de vista ingenieril).

El estrato ópticamente funcional de la retina está formado por los fotorreceptores (bastones y conos), las células sensibles a la luz, que transforman la energía de los fotones, que absorben en impulsos nerviosos transmitidos por los ganglios que acaban convergiendo en el nervio óptico, que transmite al cerebro la información recibida en la retina. Una tupida red de capilares sanguíneos aporta el oxígeno y los nutrientes a los fotorreceptores. Cualquier diseño razonable del ojo exigiría que el estrato de conos y bastones estuviese en la parte alta de la retina, adyacente al cuerpo vítreo transparente y por encima de los vasos sanguíneos que lo alimentan. Así ocurre, por ejemplo, con los ojos de los calamares.

Pero la evolución se mostró chapucera con los vertebrados, en los que la retina está colocada al revés, debajo de las fibras nerviosas y los capilares, que han de ser inútilmente atravesados por la luz antes de impactar en los fotorreceptores. Otra sorprendente chapuza, consecuencia de la anterior, estriba en que el nervio óptico no se forma (como sería de esperar) detrás de la retina, de donde podría ir directamente al cerebro, sino delante, por lo que ha de abrirse paso a través de la retina por un agujero (el disco óptico, correspondiente al punto ciego del campo visual) para pasar al otro lado. Al final, todos estos defectos se neutralizan y el ojo funciona, pero no es precisamente un paradigma de buen diseño.

El conducto que lleva el aire a los pulmones se cruza absurdamente en la garganta con el que lleva la comida al estómago, poniendo a los vertebrados en peligro de ahogarse. Los mamíferos machos tienen una temperatura interna demasiado elevada para la normal producción de espermatozoides, por lo que sus gónadas han descendido (filogenética y embrionariamente) desde su ancestral posición interna hasta la posición externa del escroto. Lo curioso del caso es que al descender se han equivocado de camino, por lo que sus conductos deferentes se han quedado colgados de los uréteres. Aunque los testículos están muy cerca de la uretra, en la que vierten el semen, éste se ve obligado a realizar una larga expedición por un conducto innecesariamente largo (medio metro) y tortuoso.

Las hembras humanas tienen dificultades para parir y muchos seres humanos tienen dolores de columna porque su esqueleto está más adaptado a la posición cuadrúpeda anterior que al bipedalismo erecto que adoptaron nuestros antepasados hace cuatro millones de años. Nuestro propio cerebro es el resultado de la reutilización para otras funciones de estructuras de orígenes muy distintos chapucemente yuxtapuestas.

El mundo de la vida es el reino de la contingencia y la historicidad, ayuno de previsión y de propósito. La selección natural no actúa sobre todos los diseños posibles, sino sólo sobre algunas variaciones aleatorias de unos pocos esquemas arcaicos. Sólo a base de acumular trucos, chapuzas y chiripas logramos los organismos mantenernos provisionalmente a flote. No somos perfectos, pero hemos sobrevivido, aunque sea por los pelos.

Si el lector no considera que las cosas vayan demasiado bien en nuestro mundo, seguramente compartirá la opinión de varios contemporáneos de Leibniz y, a no dudar, la de Voltaire, filósofo francés que en 1758 escribió una maliciosa sátira de la filosofía de Leibniz, titulada *Candide, ou l'Optimisme*. Tuvo esta sátira éxito sensacional en toda Europa; tanto, que en 20 años se publicaron cuarenta y dos ediciones. Los personajes principales del libro son el filósofo Pangloss, preceptor de la joven baronesa Cunegunda en el castillo del barón de Thunderten-tronckh en Westfalia, y Cándido, miembro ilegítimo de esta noble familia y fiel discípulo de Pangloss. Estas tres personas experimentan sorprendentes vicisitudes. Pero volvamos a Voltaire (La traducción de esta cita es de Carlos Pujol, en la edición de las novelas y cuentos de Voltaire publicada por Editorial Planeta, 1982):

Pangloss enseñaba la metafísico-teólogo-cosmolo-boberia. Demostraba admirablemente que no existe efecto sin causa, que este mundo es el mejor de los mundos posibles y que, en él, el castillo de monseñor el barón era el más hermoso de los castillos, y la señora la mejor de las baronesas posibles. "Está demostrado -decía- que las cosas no pueden ser de otro modo: pues si todo ha sido hecho para un fin, necesariamente todo es para el mejor fin. Obsérvese bien que las narices se hicieron para llevar anteojos; y así es que llevamos anteojos. Evidentemente, las piernas están hechas para llevar calzas, y llevamos calzas. Las piedras se crearon para ser talladas y para hacer con ellas castillos; y así es que monseñor tiene un hermosísimo castillo: el primer barón de la provincia debe ser quien habite en la mejor mansión; y como los cerdos se hicieron para ser comidos, comemos carne de tocino todo el año. Por consiguiente, quienes han dicho que todo va bien, han dicho una necedad: hubieran debido decir que todo va del mejor modo posible."

Como era de esperar, los acontecimientos posteriores no contribuyen a reforzar nuestra confianza en estas afirmaciones de Pangloss. Cándido sale a puntapiés del castillo cuando Cunegunda se dispone a experimentar con él la interacción de causa y efecto; al poco, es alistado en el ejército búlgaro, y sobrevive a los horrores de una batalla entre búlgaros y ávaros (seudónimos de prusianos y franceses).

En 1762, a los tres años de su primera aparición, el Cándido quedó incluido en el Índice de libros prohibidos. Sin embargo, Voltaire había tenido buen cuidado de publicarlo bajo pseudónimo, y mientras toda Europa se reía con su obra, él negaba vehementemente ser su autor. [HILD1985]



Investigación de las interacciones de causas y efectos en el castillo de Thunderten-tronckh

LA INTELIGENCIA DEL PROCESO DE DISEÑO PUEDE ESTAR LOCALIZADA O EN EL MECANISMO DE GENERACIÓN O EN EL MECANISMO DE EVALUACIÓN ... EN OTRAS PALABRAS, SE PUEDEN CONSEGUIR RESULTADOS ACEPTABLES COMBINANDO DISEÑADORES INTELIGENTES CON CRÍTICOS ESTÚPIDOS, O FORMANDO UN EQUIPO CON CRÍTICOS INTELIGENTES Y DISEÑADORES ESTÚPIDOS PERO ENERGÍCOS. SE PUEDE PREFERIR A DIOS (UN DISEÑADOR INTELIGENTE SIN NECESIDAD DE CRÍTICA) O LA EVOLUCIÓN (GENERACIÓN INDISCRIMINADA PERO CRÍTICA POCO EFICAZ).

DADO UN MECANISMO DE GENERACIÓN Y UN MECANISMO DE EVALUACIÓN, LA EFICACIA CON LA QUE PUEDE ENCONTRARSE UNA SOLUCIÓN DEPENDERÁ DE LA ESTRATEGIA DE CONTROL QUE SE USE. EN FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PROBLEMA, TANTO UNA BÚSQUEDA DEPTH-FIRST COMO UNA BREADTH-FIRST PUEDE RESULTAR LA MÁS EFICIENTE. Y LA EFICACIA PUEDE NORMALMENTE INCREMENTARSE ELIGIENDO SUB-OBJETIVOS APROPIADOS, DESARROLLANDO LAS ALTERNATIVAS MÁS PROMETEDORAS ANTES QUE LAS MENOS PROMETEDORAS, Y ABANDONANDO CUALQUIER RAMA TAN PRONTO COMO ESTÉ CLARO QUE PROBABLEMENTE NO CONDUCE A UNA SOLUCIÓN. [MITC1990]

Como la realimentación positiva, la aleatoriedad tiene mala imagen. La mayoría de la gente percibe la aleatoriedad como fastidiosa al menos o incluso como destructiva. Aprecian la aleatoriedad en oposición al orden. La aleatoriedad deshace el orden, convierte las cosas en desordenadas.

De hecho, la aleatoriedad juega un papel muy importante en muchos sistemas auto-organizados...

La combinación de fluctuaciones aleatorias más realimentación positiva subyace muchos fenómenos cotidianos. Algunas veces en conciertos o eventos deportivos, miles de espectadores se unen en un aplauso rítmico y sincronizado. ¿Cómo coordinan sus aplausos? No hay director organizándolos. [RESN1997]

durante la Ilustración, la interpretación paradigmática de la Naturaleza estaba regida por los siguientes principios:

- Principio de regularidad: la naturaleza no hace nada en vano.
- Principio de continuidad: la naturaleza no da saltos.
- Principio de conservación: en la naturaleza nada se crea ni se destruye, sólo se transforma (masa, cantidad de movimiento, energía). Principio expresamente formulado, en toda su generalidad por Lavoisier.

- Principio de de mínimo esfuerzo: la naturaleza actúa siempre por el camino más fácil. Principio formulado por Maupertuis.

la elección entre alternativas compitiendo. Los puntos de vista local y global, la definición del detalle y la indefinición de la idea abstracta

... Incluso la literatura es casi impotente en este terreno, y debe limitarse a la retórica primitiva usada por Dreiser para describir los murmullos interiores de Clyde (una muestra: «Podrías salvarla... ¡Pero también podrías no hacerlo! Ahora vuelve a subir a la superficie. Está aturrida. Es incapaz de salvarse por sí misma y si pruebas de Y tu vida será un fracaso si ella se salva. Espera un momento... una fracción de minuto. Espera... espera... no te dejes llevar por la compasión. Y luego... luego... Pero mira... Todo acabó. Se está ahogando. Nunca más volverás a verla viva... nunca más.») o a las pseudoclásicas diatribas de los héroes de O'Neill en Extraño interludio, que explica al auditorio por medio de «aportes» lo que están pensando, para completar lo que dicen. En esto, el teatro flojea todavía más que la pura ortodoxia literaria.

La única literatura que puede hacerlo es la que rompe los límites convencionales. En este aspecto el perfeccionamiento más brillante de la literatura han sido los inmateriales «monólogos interiores» de Leopold Bloom en *Ulises*... relata al mismo tiempo el desarrollo de los acontecimientos y de qué modo particular estos acontecimientos atraviesan la conciencia y los sentimientos, las asociaciones y las emociones de uno de los principales personajes... El efecto es a veces sorprendente, pero el precio que se paga por ello es la entera disolución del fundamento de la dicción literaria, la entera descomposición del propio método literario, y el texto resulta un jeroglífico para el lector. **Sergei Eisenstein**

... Abramos el capítulo apropiado en el excelente libro de Vendryes, *Lenguaje*: «La principal diferencia entre el lenguaje afectivo y el lógico está en la construcción de la oración. Esta diferencia se aprecia claramente al comparar el idioma hablado con el escrito. En Francia son tan distintos uno del otro que un francés nunca habla tal como escribe y casi nunca escribe tal como habla...»

... Los elementos que el idioma escrito combina en un coherente entero parecen dividirse y separarse en el idioma hablado; incluso el orden es completamente diferente. Ya no posee el orden lógico de la gramática actual, tiene su lógica, pero una lógica de efecto primitivo, y las ideas están arregladas según la importancia subjetiva que les concede el que habla, o desea sugerir al que le escucha, más que las reglas objetivas de un proceso convencional de razonar. En el idioma hablado toda idea de significado en el sentido puramente gramatical desaparece. Si digo: *L'homme que vous voyez là-bas assis sur la grève est celui qui j'ai rencontré hier à la gare* (El hombre a quien veis allí sentado en la playa es el que encontré ayer en la estación), empleo el proceso del idioma escrito y no como más que una oración. Pero al hablar diría: *Vous voyez bien cet homme -là-bas -il est assis sur la grève-: Eh bien, je l'ai rencontré hier, il était à la gare* (Veis aquel hombre -allí sentado en la playa- ¡Pues bien!, ayer lo encontré, estaba en la estación). ¿Cuántas oraciones hay aquí. Es difícil decirlo. Imaginamos que me detengo cada vez que hay un guiño: la

palabra «allí» formaría una oración, exactamente como si respondiera a una pregunta: ¿En dónde está el hombre? «Allí». Incluso la oración *il est assis sur la grève* se convierte fácilmente en dos si me detengo entre las dos partes componentes: «il est assis (il est) 'Sur la grève' (or (c'est) sur la grève (qu') il est assis)». Los límites de la oración gramatical son tan fugaces que es mejor renunciar a todo intento de determinarlos. En cierto sentido hay una sola oración. La imagen verbal es una sola, aunque sigue una especie de desarrollo cinematográfico. Pero mientras en el idioma escrito se presenta como un entero, al hablar se divide en cortas secciones cuyo número e intensidad corresponde a las impresiones del que habla o a su necesidad de comunicárselas vivamente a los demás.

¿No es esto una exacta copia de lo que sucede en el montaje? Todo lo que se dice sobre el idioma escrito parece una duplicación del vasto plano general que cuando intenta presentar algo dramáticamente se parece irremisiblemente a una torpe florida frase, llena de cláusulas subordinadas, participios y adverbios, de una teatral «puesta en escena» con la cual busca su propia entenia de muerte.

¿Las computadoras son superflexibles o superrígidas?

Uno de los objetivos principales, en la búsqueda de niveles más altos, ha sido siempre el de tratar de convertir en algo lo más natural posible la tarea de comunicar a la computadora que se requiere de ella. Sin duda, las construcciones de alto nivel en lenguajes compiladores están mucho más cerca de los conceptos que los seres humanos piensan naturalmente, en comparación con las construcciones de bajo nivel, tales como las del lenguaje de máquina. En esta tendencia hacia la sencillez de la comunicación interhumana tiene construcciones mucho menos rígidas que la comunicación entre seres humanos y máquinas. Por ejemplo, cuando perseguimos la forma más adecuada de expresar algo, frecuentemente producimos fragmentos de oraciones que carecen de sentido, carraspeamos en mitad de las frases, nos interrumpimos recíprocamente con nuestros interlocutores, utilizamos descripciones ambiguas y formas sintácticas incorrectas, inventamos expresiones y distorsionamos significados... pero así y todo nuestro mensaje consigue completarse en su mayor parte. Con los lenguajes de programación, se ha seguido generalmente la regla de establecer una sintaxis sumamente estricta, la cual ha de ser aplicada de modo riguroso; no hay palabras ni construcciones ambiguas. [HOFS1979]

La comedia no tiene historia porque nadie la toma en serio. Esta maravillosa frase se la debemos a Aristóteles en su *Poética* y para actualizarla...

En realidad, el público del antfolk no padece de unas pocas decenas de personas. Así que tenías que ofrecer algo diferente cada vez que actuas...

A menudo, el estudio de modelos computacionales basados en la acción simultánea de múltiples agentes se denomina Inteligencia Artificial Distribuida (DAI). Según el grado de dependencia de las tareas encomendadas a los diversos agentes, cada modelo se sitúa en algún punto entre dos tendencias extremas: (a) Los múltiples agentes se encargan de partes distintas del mismo problema, lo cual implica el uso previo de un procedimiento de descomposición (1.2) para asignar sub-problemas diferentes aproximadamente independientes a cada agente, y (b) Los múltiples agentes, cada uno con fines diferentes no necesariamente durante la resolución del problema. Generalmente, esta asignación inicial de tareas debería cambiar dinámicamente durante la resolución del problema. Para cada problema particular, los piten o colaboran mutuamente intentando conseguir sus objetivos individuales. El evolucionar globalmente el sistema multi-agente.

El ordenador es la herramienta definitiva aporaneos y se ha transformado en un nuevo paradigma de lo que hasta ahora se entendía por instrumento musical. Convertidos en artistas...

Esto no significa, sin embargo, que sea necesario perseguir a toda costa un montaje hecho picadillo. Respecto a esto puede recordarse la frase del autor de Una discusión sobre el estilo nuevo y viejo en el idioma ruso, el eslavófilo Alexander Shishkov, que decía de la palabra:

«En el idioma son tan necesarias las palabras largas como las cortas: porque sin las cortas el idioma tendría el sonido del largo mugido de una vaca, y sin las largas parecería el corto y monótono chirrido de una urraca.»

Respuesta. Todo el arte es tecnología. Todo. No importa qué tipo de arte sea o cuál sea el medio. El cine, en concreto, es un arte extremadamente tecnológico, y más aún un género tan literario como el de la ciencia-ficción y la fantasía. Funciona muy bien en papel porque la imaginación es el

... la pantalla tienes el de tratar de convertir en algo lo más natural posible la tarea de comunicar a la computadora que se requiere de ella. Sin duda, las construcciones de alto nivel en lenguajes compiladores están mucho más cerca de los conceptos que los seres humanos piensan naturalmente, en comparación con las construcciones de bajo nivel, tales como las del lenguaje de máquina. En esta tendencia hacia la sencillez de la comunicación interhumana tiene construcciones mucho menos rígidas que la comunicación entre seres humanos y máquinas. Por ejemplo, cuando perseguimos la forma más adecuada de expresar algo, frecuentemente producimos fragmentos de oraciones que carecen de sentido, carraspeamos en mitad de las frases, nos interrumpimos recíprocamente con nuestros interlocutores, utilizamos descripciones ambiguas y formas sintácticas incorrectas, inventamos expresiones y distorsionamos significados... pero así y todo nuestro mensaje consigue completarse en su mayor parte. Con los lenguajes de programación, se ha seguido generalmente la regla de establecer una sintaxis sumamente estricta, la cual ha de ser aplicada de modo riguroso; no hay palabras ni construcciones ambiguas. [HOFS1979]

esto nos hace preguntarnos si la enfermedad mental no es otra cosa que una realidad a la que, cuando accedemos, nos resulta tan atractiva que nos impide volver

Es sumamente ingenuo presuponer que las decisiones de alto nivel tomadas por una persona, por muy elevado que sea el puesto que ocupa en cualquier pirámide social o laboral, tienen un alcance casi global, es decir, que toman en consideración casi todas las innumerables ramificaciones de nivel inferior, de la red de modificaciones de nivel inferior, de la red de posibilidades. En muchos casos, incluso, y afortunadamente, ni siquiera predeterminan notablemente las acciones y decisiones de bajo nivel.

Las personas utilizan las palabras de una manera maleable, como si fuesen de plastilina. Si las palabras fuesen tuercas y bulones, lo que hace la gente es conseguir que cualquier tuercas se ajuste a cualquier bulón, mediante el simple recurso de comprimir y estrujar uno dentro del otro...

también a la clásica. Así, todo lo que se machaca sistemáticamente por los canales de televisión, acaba por funcionar. Y eso va en detrimento de

La automatización de ciertos procesos productores de sonido ha sido, junto a la legitimación del ruido como parte del fenómeno musical, una de las características de la música bautizada como experimental. Antecedentes como la exaltación del ruido maquínico postulada por el arte futurista de principios de siglo c

No tuvimos que esperar al CAD para ver una división del trabajo automática. Algún grado de especialización es necesario para garantizar la continuidad (de acuerdo con la habilidad y preferencia). No obstante, siempre hemos intentado alternar papeles, para evitar un encasillamiento excesivo, provocando intercambios (y permitiendo diferentes iniciativas). Una persona podría dirigir una operación en una ocasión, viéndose obligado a obedecer a su anterior asistente en otra. [KROL1983]

Los mercados no pueden funcionar sin normas, pero su exceso o toxicidad perjudica el desarrollo económico. Se lo dijo Don Quijote a Sancho: "No hagas muchas pragmáticas; y si las hicieres, procura que sean buenas". Las normas suceden como con la fabricación de cualquier producto, que su calidad depende fundamentalmente del proceso de elaboración. Si, como ha sucedido con una reciente ley, llegamos al extremo de que 600 enmiendas son discutidas en 12 horas, será un milagro si la ley aprobada no es un engendro.

Dado que el número de páginas publicadas puede tomarse como una variable aproximada del intervencionismo del Gobierno, se suponía que, habiendo llegado al poder un partido que se autocalificaba como liberal, veríamos al BOE perder algunos kilos. Desafortunadamente no ha sido así, sino todo lo contrario. Desde entonces el número de páginas ha seguido aumentando y el año que el BOE ha publicado ¡50.686! páginas, alcanzando el récord de obesidad de toda su historia.

El conflicto Bottom-Up vs. Top-Down es recurrente en casi cualquier actividad humana, particularmente cuando se pretende planificar o controlar un sistema complejo. Los modelos políticos y económicos están polarizados entre posturas a favor de la regulación más o menos centralizada o de la auto-regulación. Incluso cuando aparentemente se opta por la auto-regulación, no hay grupo de poder que renuncie a disponer de mecanismos de control intermedios y sutiles: sistemas de arbitraje y tribunales de la competencia, normas de interpretación de normas, reglas de estilo, estrategias publicitarias, tráfico de influencias...

Se trata de una práctica musical muy antigua: de un lado está el solista, virtuoso, que ejecuta lo *pezzi di bravura*; del otro la masa que se suma a la obra en momentos poco comprometidos. El *concerto grosso* barroco alterna el solo —que interpreta el *concertino* o grupo reducido de solistas— con el *tutti*, que ejecuta el conjunto. Lo mismo ocurre en el jazz.

¿Cómo debe estar hecho un estribillo para cumplir plenamente su función? Debe utilizar una melodía fácil, pegadiza, *cantabile*: esto es, adaptada a todas las tésituras, sin forzarlas (las notas extremas son, de nuevo, territorio privado del virtuoso). Ejemplos de es-

datos de mucha gente que han sido publicados sin su consentimiento y no se pueden borrar. La única forma para proteger estos datos es crear sistemáticamente información falsa para confundir las pistas".

fundir en la fragua del texto lo verdadero y lo fantástico, lo real y lo falso, hasta que uno y otro se nos antojen lo mismo y el mundo empírico se continúe en el mental. También supo Gra-

la pintura, o a Frans Francken, pintor del *Gabinete de aficionados con asnos iconoclastas* (1619), lienzos afectados de *horror vacui* en los que se amontonan pinturas, esferas armilares, numismática, conchas y caracolas marinas, globos terráqueos, bustos, aves exóticas, espejos confrontados y efectos de luz que emulan la magia catóptica de Kircher, astrolabios y telescopios manuales junto a monos, perros, miniaturas y samovares. La moda del coleccionismo y los tesoros de rarezas se dan la mano en el barroco con las artes de la memoria y la magia.

la vieja, ridícula y publicitaria mitología de la "máquina de habitar" revive continuamente en las especulaciones domóticas sobre hogares con "tostadoras conectadas a Internet que se puedan activar desde el teléfono móvil", animadas seguramente por personas que no recuerdan o no conocen las geniales y positivas parodias del mundo moderno representadas por Jacques Tati... o tal vez, por individuos capaces de no percibir la ironía, ingenua o retoricadamente, devolviendo la parodia a la realidad con fines comerciales metaparádicos, de forma recursiva... como el estilo de la factoría de Andy Warhol, o el bucle: ... *reality-shows* -> El Show de Truman -> concursos de *telerrealidad*... el postizo, el re-postizo y el requete-postizo: elementos prefabricados con piedra artificial cuyo aspecto simula piezas aviejadas de madera... entremezclado de niveles: meta-mampostería -> revestimientos simulando mampostería recubriendo muros fabricados con piezas verdaderamente mal puestas; meta-ladrillo -> placas prefabricadas con materiales sintéticos o piedra artificial, imitando muros de ladrillo, atractivamente rústicos y avejentados, que revisten muros reales de ladrillo, i-cutremente rústicos, contruidos con eficaz descuido

den libros. Eso fue lo que me sugirió, sólo una vez, alguien a quien hasta ese momento había respetado por su integridad.

"Inventátele, conviértelo en homosexual... ¿Quién podría refutarlo?". Nadie.

Desde el nacimiento en 1996 de la oveja Dolly -el primer mamífero clonado del mundo-, los científicos han clonado vacas, ratones, cabras y cerdos, todos ellos por razones de interés científico, agropecuario o farmacéutico. Hace apenas dos meses, los investigadores lograron clonar el primer gato doméstico... un impulso gigante a la investigación de la clonación de animales domésticos. Las mascotas clónicas estarán probablemente en el mercado antes de fines de año.

... ven enormes beneficios en la clonación. Como salvar especies en vías de extinción, fortalecer las razas, crear gatos que no produzcan alergia, mascotas diseñadas especialmente para ayudar a los impedidos, a los ciegos o a la policía; amén del consuelo que puede representar para los amos que pierden a sus acompañantes. 'Es normal que si usted adora a su gato o a su perro quiera tener un doble', apunta [redacted], quien en los últimos años ha clonado decenas de animales de ganadería que están esparcidos en granjas de todo el país y cuestan 19.000 dólares por ejemplar.

El ideal de belleza tiene, afortunadamente, a la ciencia a su servicio, que ya están en el mercado reclamando incoherentes como moléculas inteligentes, descubrimientos revolucionarios, eficacias científicamente comprobadas, magnesio como fuente de energía y soluciones definitivas avaladas por científicos franceses, que, como buenos franceses, deben ser expertos en belleza.

También se fabrican jabones con efecto efervescente, sea eso lo que sea; helados que no pesan, como el aire (aunque el aire pese, no hay que molestarse por tan poco); lavaplatos cuya avanzada tecnología no se cuestiona, y, dentro del sector del automóvil, afirmaciones aparentemente complejas, pero vacías de contenido, como indica un anuncio: 'Suspensión independiente en las cuatro ruedas, con tren delantero triangulado de geometría optimizada y tren trasero de doble triangulación superpuesta y planos controlados con gestión electrónica de amortiguación'. El sector del automóvil, junto al de la cosmética, es uno de los que más abusan del uso inexacto o descabellado de conceptos científicos. En los ejemplos escogidos por los investigadores se incluyen también comparaciones a las que les falta un elemento (consume un 10% menos, pero no se dice comparado con qué) y 'falsedades, razonamientos falaces y afirmaciones deliberadamente incomprensibles. Las violaciones al uso del lenguaje científico y a la lógica hacen que el contenido informativo del anuncio sea mínimo o nulo', como afirman los investigadores en su artículo.

Sabemos que en el nivel sub-microscópico de las cosas las leyes cuánticas son válidas; pero en el nivel de las bolas de cricket es la física clásica la que vale. Sostené que en algún lugar intermedio necesitamos comprender la nueva ley para ver cómo el mundo cuántico enlaza con el clásico. ¡Creo también que necesitamos esta nueva ley si queremos conocer alguna vez las mentes! ...

[El problema de la medida en mecánica cuántica:] ¿Por qué no vemos superposiciones de objetos a escala clásica, como bolas de cricket en dos lugares a la vez? ¿Qué es lo que hace que ciertas disposiciones de átomos constituyan «dispositivos de medida», de modo que el procedimiento R parezca reemplazar a U? Ciertamente, cualquier pieza de un aparato de medida es ella misma parte del mundo físico, construida a partir de aquellos constituyentes mecánico-cuánticos para cuyo examen del comportamiento ha sido diseñada... Hay aquí una aparente contradicción, hecha especialmente gráfica en un famoso experimento mental introducido por Erwin Schrödinger (1935): la paradoja del gato de Schrödinger. [PENR1989]

(p. 139) Yo no digo que usted haga todo lo que le pase por su mente. No. Pero tampoco debe usted envenenar las ideas, reprimiéndolas y moralizando en torno a ellas, porque tienen su sentido. (Hermann Hesse, *Demian*; 1927)

"Realidad" y el raccord cinematográfico

Generalmente, para que un espectador/a que observa dos planos cinematográficos sucesivos no perciba un enlace brusco y discontinuo, para que el montaje le resulte imperceptible, las direcciones y movimientos principales de la imagen deben mantener una coherencia bidimensional entre ambos planos. El espectador/a no llega a percibir la coherencia tridimensional de la escena, sino que aplica su mecanismo cognoscitivo a un nivel superficial sin profundizar en la reconstrucción 3D. Este tipo de comportamiento, que suele denominarse irracional, caracteriza innumerables aspectos de la actividad cognoscitiva humana: el cerebro presionado por la necesidad de procesar la información a gran velocidad sólo tiene tiempo de activar los sub-sistemas más elementales de decodificación de la realidad, confundiendo lo real y lo irreal, y entremezclando niveles de abstracción (la descripción bidimensional y la tridimensional en este caso).

[¿] ninguna explicación de la propiedad X macroscópica puede distinguirse diciendo que es el resultado de la propiedad X microscópica (simplemente lo mismo, sólo que más pequeño) [?] ... la solidez, la elasticidad o la propiedad de ser verde, macroscópicas, -es decir, una propiedad X- debe, a cierto nivel desintegrarse en algo muy, muy diferente. [HOFS1985]

1.6. abajo-arriba y arriba-abajo

El título de este capítulo recuerda a la litografía *Arriba y Abajo* de M. C. Escher de 1947, pero más bien se refiere a los dos enfoques clásicos que han competido, en el campo de la Inteligencia Artificial, desde la década de 1960: la *escuela* 'Bottom-Up' y la 'Top-Down'. El tipo de problemas característicos de esta doble vía se refleja en el siguiente collage, elaborado con fragmentos de [ALEX1975], y que repite algunas ideas ya expuestas al principio de 1.5:

... un orden que se pone de manifiesto por sí mismo en lugares contruidos hace cientos de años ... se realiza cuando existe un equilibrio perfecto entre las necesidades de las partes individuales del medio ambiente y las necesidades del todo.

... Ahora el proceso de crecimiento casi nunca consigue crear este equilibrio sutil entre la importancia de cada una de las partes y la coherencia del medio ambiente como un todo. Uno de los dos siempre domina.

... es cierto que hoy en día las comunidades necesitan planificar de una manera u otra. Sin un plan, la acumulación gradual de actos constructivos a pequeñas dosis crearía miles de errores organizativos, relaciones interpersonales retorcidas y oportunidades perdidas ... un crecimiento sin planificación puede ir a parar a una falta de coordinación entre las partes y a un caos en el todo.

... Los planes generales han sido los medios convencionales para resolver estas dificultades. Un plan general intenta determinar las reglas suficientes para asegurar la coherencia del medio ambiente como un todo permitiendo, además, la libertad para adaptarse a las necesidades locales en cada uno de los edificios y en cada espacio público abierto ... Un plan general de una universidad es, en esencia, un mapa. Y es un mapa que contiene lo que la universidad debe ser en un futuro más o menos lejano ...

... Un proceso de este tipo parece útil en teoría. Pero, en la práctica, los planes generales fracasan porque crean un orden totalitario y no un orden orgánico. Son planes excesivamente rígidos; planes que no pueden adaptarse fácilmente a los cambios naturales e imprevisibles que, inevitablemente, se producen en la vida de una comunidad.

... Es totalmente imposible fijar hoy lo que el medio ambiente ha de ser dentro de veinte años orientando, así, el crecimiento a pequeñas dosis hacia un proceso de desarrollo determinado por un mundo fijo e imaginario. [ALEX1975]

El crecimiento a pequeñas dosis es el reflejo del enfoque abajo-arriba, mientras que el plan general representa el enfoque arriba-abajo. En un plan

general la totalidad es demasiado rígida y precisa y los detalles están poco determinados. El plan se concreta mediante actos de sub-planeamiento y construcción, más o menos estrictamente precisados, propagando su influencia *hacia abajo*. Pero no suele contemplarse la posibilidad de un rebote de influencia *hacia arriba*, que permitiese que el plan se adaptara dinámica y oportunistamente a cambios imprevisibles. Así pues, ante las limitaciones tanto del enfoque puramente abajo-arriba como del enfoque puramente arriba-abajo (en [ALEX1975] se detallan fracasos de los dos tipos), Alexander propone *encajar* las nuevas construcciones en un molde más flexible e informal que un plan general, un lenguaje de *patterns* (1.3.1): cada comunidad debe adoptar un proceso que la capacite para "*elegir su propio orden, no a partir de un mapa que le fije un futuro, sino a partir de un lenguaje común*". Análogamente, un/a dibujante debe situarse también entre dos opciones extremas al comenzar un nuevo dibujo: partir de un esbozo general que va concretando gradual y equilibradamente, o ir trazando fragmentos detallados encadenados sin prestar atención al aspecto global. Generalmente, la posición preferida está más cerca de la primera opción, dado que permite un control más flexible del resultado, al ser la imagen abstracta más re-adaptable que un conjunto de fragmentos concretos. La fluidez de esta forma de proceder contrasta con la tendencia a diseñar rígidas jerarquías físicas o conceptuales, para edificios o planes generales, impulsada por la creencia en una mitológica solución perfecta a la que no es posible *quitarle ni añadirle una coma sin estropearla*. Este último enfoque sólo puede aspirar a ser eficaz para la resolución de problemas sencillos, completamente predefinidos y estrictamente interpretados, en entornos cerrados.

A lo largo de esta tesis, habitualmente me he referido (y me seguiré refiriendo) a *niveles de descripción* de sistemas reales, problemas y modelos, como si se tratase de entidades aproximadamente estables y separables, que se pueden distinguir nítidamente y analizar jerárquicamente (mediante grafos acíclicos). He pensado que ésta era la forma más eficaz de comunicar ciertas ideas, pero al mismo tiempo debo advertir que ese enfoque debe considerarse solamente como una imagen aproximada. Nada es blanco o negro, todo está

teñido de niveles de gris, aunque frecuentemente *aplanemos* nuestras percepciones para que encajen en moldes lingüísticos o cognoscitivos prefabricados. Casi siempre que no podemos conciliar varias descripciones aparentemente diferentes de un mismo fenómeno, recurrimos al simple recurso de desconectarlas entre sí:

No contamos prácticamente con ninguna forma de relacionar una descripción microscópica de nosotros mismos con lo que imaginamos que somos, y de ahí que sea posible el almacenamiento de representaciones disociadas de nosotros mismos en "compartimentos" de nuestra mente disociados por completo entre sí. Rara vez nos vemos en situación de alternar entre uno y otro de estos conceptos, preguntándonos, "¿Cómo estas dos cosas totalmente diferentes pueden ser el mismo yo?".

...

Uno de los principales problemas dentro de las investigaciones dedicadas a las inteligencias artificiales consiste en resolver cómo se cierra la brecha existente entre aquellas dos descripciones: cómo construir un sistema que pueda reconocer un nivel de descripción, y producir el otro. [HOFS1979]

El problema al que se enfrenta un jugador/a de ajedrez consiste en procurar alcanzar un objetivo de alto nivel de abstracción, ganar el juego, o más específicamente llegar a una posición de clase *jaque mate*, mediante una composición de movimientos sucesivos conforme a unas reglas de bajo nivel, en un contexto que cambia más o menos impredeciblemente a causa de los movimientos de el/la oponente. En [HOFS1979] se indica que los maestros/as del ajedrez perciben la distribución de las piezas en *bloques*, asociados a objetivos y estrategias parciales ("*heurísticas* o reglas de oro"), reconociendo patrones de un nivel de organización o de abstracción más alto que el empleado por un/a principiante.

... en consecuencia, es tan inverosímil que un jugador de esta índole dé entrada en su mente a una movida inadecuada, como que un aficionado corriente dé entrada en la suya a una movida ilegal. Esto podría llamarse poda implícita de la gigantesca ramificación del árbol de posibilidades. [HOFS1979]

Hipotéticamente, un buen diseñador/a sería aquel que fuese capaz de elaborar un modelo mental previo suficientemente sofisticado de un diseño, incluyendo una representación en *bloques* de todas las restricciones y

requerimientos (1.2), que permitiese pre-evaluar la adecuación de la solución elegida. Tradicionalmente, los arquitectos/as han realizado esta tarea auxiliados por representaciones parciales del diseño tales como dibujos, maquetas, diagramas o tablas, usados como dispositivos de memoria externa. El diseñador/a no sólo debería ser capaz de imaginar los aspectos funcionales del edificio, sino también muchos aspectos formales, dado que no disponía de representaciones, desde cualquier punto de vista, del objeto en su contexto. Algunas de las representaciones auxiliares se elaboraban mediante métodos de análisis y reglas, más o menos aproximados, formulados explícitamente. Para tratar de completar el modelo mental compensando la imperfección de los métodos de simulación externos, el arquitecto/a suele recurrir implícitamente a patrones reconocidos a partir de experiencias o casos previos, estructuras conceptuales por defecto, analogías, intuiciones o casualidades... Pese a todo ello, como se exponía en 1.2, no es razonable creer que un diseñador/a pueda contemplar casi instantáneamente en su memoria *a-corto-plazo* un modelo completo, es decir, que pueda percibirlo intuitivamente descompuesto en jerarquías de bloques o subsistemas suficientemente afinados e independientes como para ser procesados casi simultánea y paralelamente. La situación no mejora necesariamente si sustituimos al diseñador/a individual por un equipo de diseño, en ese caso si pudiera identificarse el problema general debería ser descompuesto a priori en tareas paralelas poco solapadas asignables a subequipos, si fuera posible. En cualquier caso, además, el criterio social para decidir quién es un buen arquitecto/a tiene poca o ninguna relación con su capacidad de cálculo y abstracción mental.

Como ya se ha indicado en apartados anteriores, las computadoras deberían usarse para crear modelos lo más completos posible de los problemas de diseño, y para analizarlos fluida y apropiadamente en bloques. De este modo, presumiblemente, las soluciones podrían ser calculadas y evaluadas eficazmente, y podrían tomarse decisiones sin necesidad de recurrir a inciertas experiencias e intuiciones humanas. Idealmente, la comunicación entre el operario/a y el sistema sería también mucho más eficaz si se realizase en función de bloques de cierto nivel de abstracción. Pero una vez más ¿cómo debe

realizarse esa comunicación de elementos abstractos sin predeterminedar los componentes de nivel inferior, y sin emplear una descomposición en unidades lingüísticas a priori?. Esta cuestión, que es desde luego el tema del arte abstracto en general, puede reenfocarse con un ejemplo concreto: un árbol se puede dibujar promediando entre representar cada rama y cada hoja meticulosamente o dibujar unas manchas difusas que representen una visión desenfocada.

En el capítulo 1.2, se describía un método para tratar de descubrir la descomposición-*más-adecuada-en-subsistemas* de un conjunto de variables interrelacionadas causalmente. Si fuera posible descubrir una partición en subconjuntos de variables completamente aislados, el sistema podría equilibrarse *de una sola vez*, procesando todos los subsistemas en paralelo. Por el contrario, si los subconjuntos identificados intercambian cierta cantidad de información, no pueden equilibrarse en paralelo de una sola vez, sino que deben procesarse varias veces sucesivas realimentándose mutuamente. Al final de cada etapa, el estado del sistema puede considerarse como una solución aproximada que debe remendarse sucesivamente. La hipótesis de Alexander es que si los subconjuntos son demasiado inter-dependientes, la convergencia del sistema hacia un estado de equilibrio se produce muy lentamente. Así pues, la descomposición-*más-adecuada* es aquella que está más cerca de poder ser procesada eficazmente en paralelo. Sólo cuando percibimos una descomposición de ese tipo tiene cierto sentido decir que contemplamos el problema globalmente y que el proceso no consiste en la aplicación sucesiva de parches.

Hay quien opina que los problemas de diseño arquitectónico son no-descomponibles, y que el proceso de diseño es por tanto una especie de *caja negra*. Es frecuente encontrar publicaciones o exposiciones sobre arquitectura, en las que los proyectos son presentados por medio de bocetos extremadamente vagos y generales (supuestamente trazados preliminarmente por la persona o personas que prestan sus nombres a la exposición) junto a maquetas o dibujos definitivos (supuestamente trazados por empleados/as). Esta truculenta estrategia narrativa, compuesta de *primerísimos planos* y

profundísimas elipsis, enfatiza un cierto desprecio por todas las etapas intermedias del diseño. Probablemente, estas fases resultarían a primera vista cutres, poco atractivas y poco estructuradas, compuestas de chapuceros remiendos sucesivos ¿pero es ésa una razón suficiente para desterrarlas a una *caja negra* junto con los métodos descritos en los capítulos 1.2 y 1.3?. Esta tendencia fomenta una mentalidad que tiende a rechazar cualquier estudio sobre metodologías de diseño, y se refleja a menudo en una docencia demasiado implícita (p. 72), cuando no se cierra explícitamente la brecha entre niveles de abstracción o entre la resolución de problemas elementales idealizados y problemas complejos reales. Los profesores/as fingen que la extrapolación es trivial, quizás pretendiendo no hacer partícipes a los/las estudiantes de sus propias incertidumbres, y son estos/as quienes deben preocuparse de rellenar los puntos suspensivos.

Un diseñador/a, igual que se explicó antes de un/a dibujante, debe adoptar al comenzar un proyecto una posición en algún lugar entre el enfoque arriba-abajo y el enfoque abajo-arriba. Es decir, entre partir de una imagen general y abstracta del objeto o comenzar diseñando detalladamente ciertos fragmentos. Pese a las apariencias, la primera estrategia es tan parcial como la segunda, dado que el esquema general inicial no es un modelo global, aunque pueda afectar similarmente a todas las partes del edificio, siempre que no se asuma por defecto una forma particular de concretarlo. Comúnmente, según la polaridad que se escoja, existirá cierta tendencia a que el diseño de las partes esté amoldado al esquema general, o a que el resultado final esté condicionado por el diseño de las partes. Más concretamente, según se indicaba en la p. 51, muchos diseñadores/as pueden contemplar un problema inicialmente como una especie de collage entremezclando especificaciones a diferentes niveles de abstracción, más generales o más concretas. Antes de decidir, hay que considerar también que los usuarios/as de un edificio o entorno urbano, percibirán directamente el diseño de un modo fragmentado, y sólo experimentarán la disposición general indirectamente, en cuanto dependa de ella el cumplimiento de ciertos requisitos funcionales. Al final del capítulo 1.3.3 se mencionaban dos planteamientos distintos sobre el uso de *features* en

aplicaciones de diseño: los sistemas de diseño-basado-en-*features* adoptan el enfoque arriba-abajo, mientras que los sistemas de reconocimiento-de-*features* optan por la orientación abajo-arriba. En cualquier caso, todo sistema para generar diseños, tanto si parte de conceptos de alto nivel como si lo hace de conceptos de bajo nivel, debe enfrentarse al siguiente problema: ¿cómo representar las implicaciones de cada decisión en el otro extremo de la escala de abstracción evitando el aumento explosivo del número de variantes posibles?. Dicho de otro modo, ¿cómo *podar* la gigantesca ramificación del árbol de posibilidades?.

Volviendo ahora al tema mencionado previamente, acerca del grado de conveniencia de plantear descripciones o modelos aproximados en términos de niveles de abstracción, el problema característico es el de asignar niveles de generalidad a los conceptos de una red semántica que represente el conocimiento de un ser humano, incluso en un dominio extremadamente pequeño. No es posible analizar exactamente en términos de una jerarquía absoluta un sistema en el que un concepto A parezca más general que B, B más general que C y C tan general como A. La calificación de un concepto o un nivel de abstracción como más arriba o más abajo que otro es por tanto fruto de una valoración relativa. En [HOFs1979] se presentan diferentes perspectivas sobre este tema, empleando el término 'heterarquía' (por oposición a jerarquía), suministrado por Warren McCulloch, o también *Jerarquía Enredada*, para denominar la estructura de cualquier sistema en el que aparentemente no exista un "nivel superior" único o "monitor". Estos sistemas se caracterizan por el fenómeno denominado "Bucle Extraño" que "ocurre cada vez que, habiendo hecho hacia arriba (o hacia abajo) un movimiento a través de los niveles de un sistema jerárquico dado, nos encontramos inopinadamente de vuelta en el punto de partida". Este efecto-sorpresa es un truco predilecto de Escher, quien lo empleó explícitamente en múltiples litografías: *Manos dibujando* (1948), *Galería de grabados* (1956), *Subiendo y bajando* (1960) o *Cascada* (1961). En [HOFs1979] se mencionan además otros muchos ejemplos relacionados: sobre las exploraciones filosóficas acerca de la dicotomía sujeto-objeto, símbolo-objeto o uso-mención, o sobre la representación en las artes, el nacimiento del arte

abstracto, el surrealismo y las ilusiones semánticas de Magritte, las *composiciones* musicales de John Cage y la música aleatoria (p. 73), y las experiencias sobre símbolos-objetos de Jasper Johns y Robert Rauschenberg. La lista podría hacerse interminable, dado que el entremezclado de niveles de abstracción y marcos de referencia no sólo es un procedimiento característico de otros muchos lenguajes *artísticos*, sino también de comedias, chistes populares, *spots* y lemas comerciales, etc.

Las indagaciones en materia de Inteligencia Artificial son el paso más reciente dado en esta ruta. Antes de la aparición de la Inteligencia Artificial en la escena, hubo dos antecedentes principales en cuanto al análisis de las curiosas consecuencias, en el campo científico, emanadas de la confusión entre sujeto y objeto. Uno consistió en la revolución de la mecánica cuántica, con su problemática epistemológica de interferencia del observador con respecto a lo observado. El otro radicó en la yuxtaposición de sujeto y objeto en metamatemática, primero a través del Teorema de Gödel y luego de otros Teoremas limitativos ... [HOFS1979]

En [VENT1966] se mencionan las curiosas consecuencias emanadas del entremezclado de niveles de significación en literatura, y se seleccionan también numerosos ejemplos sobre sus repercusiones en pintura (la ambigüedad del expresionismo abstracto, el Optical Art o el Pop Art...), o arquitectura:

Un elemento arquitectónico se percibe como forma y estructura, textura y material. Esas relaciones oscilantes complejas y contradictorias, son la fuente de la ambigüedad y tensión características de la arquitectura. [VENT1966]

En este caso (ya comentado en la p. 12), el enmarañamiento de jerarquías se manifiesta por la existencia de elementos con funciones múltiples o significados a diferentes niveles, solapados (el fenómeno "lo uno y lo otro"), que son causa de los tradicionales dilemas entre forma y función, interior y exterior, o del compromiso entre el diseño de las partes y el diseño del todo, siguiendo a R. Venturi. Es evidente que, en muchos casos, las interpretaciones conforme a múltiples puntos de vista, revueltas en bucles conceptuales en la mente de cada persona (más aún si consideramos grupos de personas), no serán consistentes sino que resultarán ambiguas o incluso irónicamente contradictorias y paradójicas. Venturi clasifica interpretaciones alternativas de aspectos del diseño

de varios edificios, en los que inflexiones, adaptaciones y yuxtaposiciones aparentes descubren coherencias entre diferentes niveles de descripción, o entre unas partes y otras del objeto, o entre las partes y el todo, o entre el objeto y el contexto. Esta coherencia crea un solapamiento de las diferentes descripciones que resultan enmarañadas en bucles. Al mismo tiempo, esos aspectos pueden también ser reinterpretados desde otros puntos de vista, desvaneciéndose aparentemente los bucles o creándose nuevos enmarañamientos, produciendo sensaciones contradictorias en casi todos los casos. Empleando la terminología del capítulo 1.2, una descomposición de un sistema en subsistemas independientes no tiene por qué ser adecuada para representar nuevas relaciones y dependencias entre los componentes. Un diseñador/a no puede contemplar simultáneamente todas las redes de relaciones enmarañadas involucradas en la realización de un diseño, y es por tanto incapaz de descubrir el *punto fijo*, el estado multi-consistente, en el hipotético caso de que existiera.

Respecto al número de partes de un conjunto, los dos extremos - una única parte y una gran cantidad de partes- se interpretan muy fácilmente como un conjunto: la parte única es por sí misma una unidad; y una gran cantidad de ellas se interpreta como una unidad por la tendencia de las partes a cambiar de escala y a ser percibidas como un dibujo o una textura general ... Pero una arquitectura de la complejidad y la contradicción abarca los números «difíciles» de partes -la dualidad y los grados intermedios. [VENT1966]

En algunas ocasiones, una coherencia parcial entre interpretaciones a niveles de abstracción diferentes, en la mente del arquitecto/a, conduce, voluntaria o involuntariamente, a la eliminación de los niveles intermedios. Este *aliasing* conceptual es otro aspecto de un fenómeno que se mencionaba previamente, y es característico, por ejemplo, de los edificios cuya forma resulta un reflejo caricaturesco de una imagen abstracta simplificada, diseñados como si se tratase de logotipos a escala urbana. El solapamiento de niveles de abstracción en bucles *extraños* es también la causa de la confusión entre lo real y lo virtual (el modelo o la simulación), lo verdadero y lo metafórico, y en definitiva, de la perversión inevitable mencionada en la p. 69, de apreciar lo

específico confundido con el modelo perceptivo generalizado. El enmarañamiento de niveles es un fenómeno característico del procesamiento perceptivo inconsciente humano, (que nos permite además descubrir a qué se parece una nube, o reconocer un rostro familiar en una caricatura), los/las *artistas* generalmente se limitan a hacerlo *toscamente* explícito, intencionadamente o no.

Una de las imágenes más sugerentes expuestas en [HOF51979] sobre jerarquías enredadas es el *juego automodificante*. Este juego imaginario se desarrolla en varios tableros (espacios formalizados) idénticos, de cierto tipo, jerárquicamente dispuestos. En el tablero de *más abajo* se ejecutan los movimientos básicos del juego que están normalizados por unas reglas codificadas en la disposición del siguiente tablero. De forma recursiva, cada tablero reglamenta los movimientos del tablero inferior y es a su vez reglamentado por el tablero superior. El tablero *más alto* de todos está sometido a unas normas fijas que constituyen un nivel *inviolable* del juego. Inicialmente, supongamos que cada jugador/a puede mover una pieza por turno en cualquiera de los tableros, pudiendo alterar la partida básica o las reglas o las meta-reglas o las meta-meta-reglas... Imaginemos ahora, que cada jugador/a debe mover una pieza por turno en todos los tableros, alterando la partida básica y las reglas y las meta-reglas y las meta-meta-reglas... Para liar las cosas, supongamos que el cambio de las reglas a cada nivel altera, en la misma jugada, el conjunto de movimientos accesibles en el nivel inferior. Cada jugador/a puede proceder de arriba hacia abajo, comenzando debajo del *nivel inviolable*, alterando las reglas a un nivel y eligiendo el movimiento inferior del conjunto de jugadas permitidas determinado por la posición del tablero superior. También podría actuar de abajo hacia arriba, eligiendo el movimiento superior entre el conjunto de reglas que permiten el movimiento seleccionado en el tablero inferior. En cualquier caso, siempre cabe la posibilidad de toparse, subiendo o bajando, con una situación en la que no exista ningún movimiento permitido a cierto nivel, con lo que habría que rehacer el camino a través del árbol de posibilidades. Finalmente, supongamos que yuxtaponemos todos los tableros sobre uno solo, de tal modo que un determinado movimiento debe ser interpretado simultáneamente como

una alteración de la partida básica, las reglas, las meta-reglas, las meta-meta-reglas...

La distinción entre partida, reglas, metarreglas, metametarreglas, se ha perdido. Lo que una vez fue una esmerada disposición jerárquica se ha convertido en un Bucle Extraño o Jerarquía Enredada ... Aún hay diferentes niveles, pero la distinción entre "más bajo" y "más alto" se ha borrado. [HOFS1979]

En esta embrollada situación final, es difícil incluso decidir qué movimientos son permitidos en cada turno del juego: un movimiento puede ser apropiado para ciertos niveles de interpretación pero contradictorio con otros. El jugador/a podría tratar de utilizar un procedimiento aproximativo de prueba-y-error que quizás sirviera para descubrir en cada caso un movimiento accesible. Por otra parte, si fuera posible disponer de una lista estable y completa de los movimientos permitidos en cada turno, en caso de que haya alguno, tal vez se podría descubrir un patrón que los describiese a todas de una vez (más sencillamente que la propia lista), que se podría usar por tanto en un procedimiento heurístico de decisión *des-solapando* el problema.

Tal y como se afirmaba en 1.3.2, es posible representar fragmentos de redes semánticas heterárquicas bastante sofisticadas mediante estructuras de datos jerárquicas, más complejas que los árboles, como los modelos OO por ejemplo. No sólo las interpretaciones comunes de los sistemas reales generan bucles extraños. Al programar computadoras es frecuente el empleo de estructuras de datos y procesos recursivas (como las Redes de Transición de [HOFS1979]), siempre que se use algún procedimiento para cortar oportunamente la realimentación y evitar los bucles de regresión infinita. La auto-referencia es el bucle extraño mínimo (X es más general que X), y la forma normal de inducirla es mediante un objeto que contenga una referencia en clave de sí mismo, por ejemplo su dirección de memoria, que utilice para auto-apuntarse. En el propio ordenador que utilizo para escribir este documento, existe un determinado menú que al ser desplegado sucesivamente, dinámicamente, vuelve a mostrar un menú semejante al de partida. En ciertos programas que utilizan una representación en forma de grafo (semejante a un árbol) de su estructura de datos como interfaz entre el sistema y el usuario/a,

una jerarquía medio desplegada puede servir al operario/a como una representación de un concepto abstracto difícil de visualizar. De modo similar, el modelo de datos descrito en la p. 47 permanecía abierto gracias a la posibilidad de dejar nodos y atributos indefinidos, lo que permitía representar conceptos tan abstractos como las *intenciones de diseño*.

Toda percepción de la realidad, a cargo de cualquier sujeto, debe implicar la activación de una heterarquía de conceptos mentales. Los componentes básicos de la percepción son combinados en representaciones y re-representaciones sucesivas (procesamiento abajo-arriba), interpretadas o proyectadas sobre ciertos patrones de alto nivel activados y analizados de diversas maneras (influencia arriba-abajo). La interpretación humana de estímulos ambiguos o degradados muestra la existencia de un procesamiento de arriba hacia abajo, nuestras expectativas y conocimientos condicionan lo que vemos, oímos o comprendemos. Los famosos principios empíricos sobre la percepción sugeridos por los psicólogos de la Gestalt describen algunos patrones de alto nivel que determinan el modo en que las personas tienden a agrupar objetos básicos en figuras de orden superior. Como se mencionaba antes, en [VENT1966] R. Venturi utiliza esos principios comunes de la percepción humana para proponer explícitamente interpretaciones ambiguas y contradictorias de diversos edificios. Probablemente el ejemplo paradigmático de representación ambigua es el cubo de Necker: en este caso puede decirse que las dos interpretaciones corresponden al mismo nivel de abstracción, pero casualmente lo que parecía estar arriba conforme a una interpretación parece estar abajo conforme a la otra, y viceversa. Algunas litografías de M. C. Escher fueron ideadas mediante variaciones de este truco, *Convexo y Cóncavo* (1955), *Cubo con cintas mágicas* (1957) o *Belvedere* (1958), similarmente al modo en que las mencionadas antes, *Cascada* y *Subiendo y Bajando*, son variaciones sobre ciertos dibujos y figuras publicados por R. Penrose [ERNS1978]. También los diseños sobre particiones del plano, o teselaciones, de Escher (p. 59) son ambiguos, dado que promueven un intercambio figura-fondo, y la atención del espectador/a fluctúa mientras trata de decidir qué formas son parte del fondo y cuáles de la figura. En [ZAKI1997] se recogen más ejemplos de ambigüedades,

o elementos con múltiples significados, en juegos de palabras (homónimos...), lemas publicitarios, tiras cómicas, fotografías... Se mencionan también casos célebres como las composiciones de Archimboldo del siglo XVII (una cabeza humana podía igualmente ser vista como un montón de fruta), las pinturas de Salvador Dalí, o la famosa escultura *Cabeza de toro*, elaborada por Picasso en 1944 reutilizando los componentes de una bicicleta. Es inevitable citar también, por tanto, los ready-mades u objetos de significado "asistido" o "rectificado", elaborados por Marcel Duchamp (1887-1968), ¿con el propósito de anestesiar el arte?... ¿O de ridiculizarlo?.

En [MITC1990] se menciona también la "crisis del objeto" surrealista, ilustrada con ejemplos de artefactos que explícitamente promueven una fisión semántica entre forma y contenido, de modo que *apunten en direcciones diferentes* y se pervierta la clasificación convencional de los objetos. Con este propósito, Duchamp firmó su popular urinario-fuente-ready-made-obradearte, titulado Fuente (1917). Dos acreditados ejemplos arquitectónicos son los medio falsos capiteles jónicos de Charles Moore en el Williams College, o los semi-falsos arcos y cúpulas de John Soane para su Casa-Museo, para los Nuevos Juzgados de Westminster o para el gran Salón de los Francmasones en Londres [MOLE2001]. Un ejemplo cinematográfico típico es la conversación sobre teología cristiana y herejías que sostienen, mientras esperan a los/las clientes, los camareros/as de un restaurante elegante en *La Vía Láctea* (1969), de Luis Buñuel. Según [MITC1990] los avances tecnológicos, y la Revolución Industrial en particular, han provocado una enorme expansión del vocabulario arquitectónico, conforme nuevos materiales y procesos han estado disponibles. Estos vocabularios expandidos típicamente contienen elementos ambiguos: funcionalmente equivalentes que difieren en la forma (sinónimos), y formalmente equivalentes que funcionan de modo diferente (homónimos).

vigas
de apariencia de madera
rústica



Realista

conferir a todos
a capacidad de
estilos rústicos y
bre inmencha-
de este pas,
es a las...



Caricatura

ra
as
ada, abierta
uede venir a
sa"



Roca

realista

nos destr



Roca

caricatura

[EISN1985]

rosos de los últimos años: una
crédula, angélica abuela católica
que hace hablar a la Virgen María
con técnicas de ventrilocuo; la ex-

Un primo mío que es compositor
dice que en su cabeza hay como un rui-
do de fondo constante en el que oye me-
lodías y tiene que hacer un esfuerzo
para inhibir esa imaginaria musical a
fin de componer. La música que com-
pone es abstracta y atonal.

es una forma de la memoria. La imagen
depende del poder de asociación, y la aso-
ciación está dada e impulsada por la memoria.
Tanto la memoria como la imaginación son
negaciones del tiempo.

FABRICANTE DE CESTAS DE MADERA DE OHIO



Por un lado, utiliza materiales de de-
secho: ladrillos quemados, piedra sin
desbastar, cerámicas troceadas o agu-
jas de las antiguas máquinas de hilar;
por otro, esos materiales son dispues-
tos casi sin aparejo, con buscada to-
peza. Pilares inclinados, bóveda
abombadas, nervios que se dirigen
todas las direcciones, disposi-
laberínticas... se les muestra durante un
pta, cuatro gr: minuto una posición saca-
líticas de basalt da de cualquier partida de
un torneo, es casi seguro
que podrán reconstruir la
posición de todas las piezas con
rapidez; pero si se colocan las pie-
zas de cualquier manera, sin co-
nexiones lógicas de ataque o de
defensa entre ellas, serán incapaces
de reproducirla.

siempre

: Normativas inadecuadas; costos de suelo; beneficios excesivos de la
construcción; financiación de la construcción, y tasas administrativas, de construir edificios eficaces, que
den satisfacción a los usuarios,

bad, arquitectura inaca-
puede venir a que alguien
cosa".

¿TIENE SEXO LA LITERATURA?

La existencia, o no, de una literatura específicamente femenina es uno de los temas recurrentes en el panorama literario.

dalla de plata en las Olimpiadas
Informáticas Internacionales.

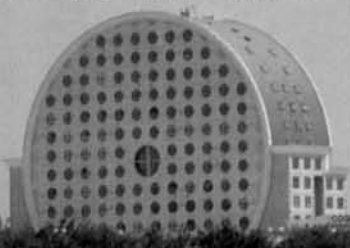
Y la complejidad dentro de un límite rígido (que no es
una estructura transparente) contradice el dogma
moderno que dice que un edificio crece de dentro
hacia fuera [VENT1966]



Biblioteca de la Academia
Phillips Exeter, Exeter, New
Hampshire (1965-1972)

"Vuelva a su país. Hable su len-
gua. No haga teatro por un tiem-
po. Mire las fiestas populares"
po. a quienes incorporare
lo cotidiano y el antiglamour o la estética
grunge de los noventa

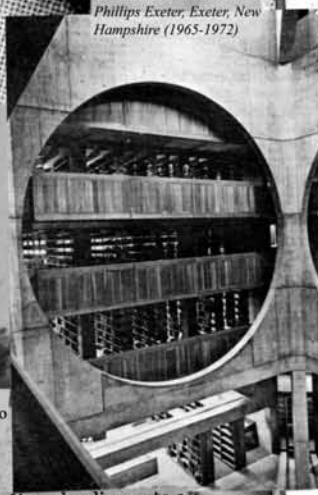
aproximar
viva y diné
mental, c
criptivo
ciudad h



Un arquitecto español se
preguntó por qué un edificio
no puede ser redondo.

Con el ocurre lo que con las manchas de
los muros: a base de observarlas, uno
siempre termina por ver algo distinto de-
pendiendo de la luz o del estado de ánimo
en el que te encuentres.

Gaudí estaba dispuesto a
utilizar todos los trucos sucios y populis-
tas del manual. Usurpaba descaradamen-
te toda aportación *kitsch*, desde el cine
hasta el circo, pasando por la fiesta popu-
lar y las verbenas de pueblo. No se corta-
ba ante nada. Todo podía servir. Lo que
Gaudí desafió con la Sagrada Familia era
el mundo del buen gusto. Y eso, para un



su mente sino que recuerdan sola-
mente la posición de las piezas
mita exclusivamente una vi-
sión fragmentaria de la reali-
dad, parecida a la que ofrecen
los medios de comunicación.
de moviola mental, memorizan-
do las jugadas anteriores. Caso
aparte es el de los protagonistas
de las simultáneas contra mu-
chos adversarios. Además de po-
seer una memoria fotográfica,
utilizan técnicas especiales. Por
ejemplo, agrupan los tableros 1,
4, 7 y 10 por un lado; el 2, 5, 8 y
11, por otro, y así sucesivamente;
empiezan las partidas del primer
grupo con el peón de rey, las del
grupo de dama, etcéte-
ra. ayuda a asociar
las posiciones.



La propuesta tiene un fuerte componente de locura, derivada de los extraños hermanamientos que propicia el azar, que crea sentido y relaciones allí donde sólo existe casualidad.

ese hombre sufre de una triple herida: la que le propinó Copérnico, al retirarle del centro del universo; la de Darwin, al remitirle al reino animal; la de Freud, al decirle que ni siquiera era señor de su psique.

Procrustes era un personaje que vivía a las afueras de Atenas y gustaba de acoger en su casa, con toda la hospitalidad, a los caminantes. A la hora de dormir, les obligaba a acostarse en una de sus dos camas de hierro, una muy corta y la otra muy larga. A las personas altas, las acostaba en la cama corta y para que cupiesen bien, les cortaba los miembros que sobresalían. A los bajos, les echaba en la cama larga y los descoyuntaba estirándolos. En ambos casos los huéspedes se morían.



131. Naturaleza muerta con calle, grabado, 1937

Esto constituye la norma general. Todo aspecto de una forma, sea como parte o sea como pauta, puede ser entendido como una estructura de componentes. Cada objeto constituye una jerarquía de componentes, especificando los grandes, la pauta de distribución de los más pequeños, y los pequeños a su vez, si bien a primera vista son más claramente como partes, siendo también en realidad pautas que especifican el orden y la distribución de componentes aún más pequeños. Cada componente tiene esta doble naturaleza: es en primer lugar una unidad; y en segundo una pauta, tanto una pauta como una unidad. Su naturaleza como unidad lo hace ser una entidad distinta de su contorno. Su naturaleza como pauta especifica el orden de sus unidades componentes. Es la culminación de la tarea del diseñador hacer que cada diagrama sea al mismo tiempo una pauta y una unidad. [ALEX1966]

manifestó ayer, "la cultura tradicional, la llamada cultura literaria, la que, vanidosamente, ha venido dirigiendo durante siglos el mundo occidental, recela del progreso científico aunque colectiva e individualmente disfrute de él, se recluye en su aislamiento académico, sin relieve ni prestancia, y sin intentar acercarse a la comprensión de la naturaleza,

teoría contrahumanidades, naturaleza.

ra del "encanto sintético", popularizado por los diseñadores de interiores californianos. Debido a los Estados Unidos, los hogares de clase media están llenos de paneles de plástico que imitan mal la madera, papel pintado de muré, antigüedades falsas, figurillas de búhos y de duendes y otros objetos kitsch.

«...en todas las artes se da a los objetos una medida según su importancia, el rey es dos veces mayor que sus vasallos, o un árbol es la mitad de un hombre cuando su misión es solamente la de informarnos de que la escena tiene lugar al aire libre. En la tradición china persistía algo de este principio de la medida según el significado. El discípulo favorito de Confucio se veía como un niño a su lado, y habitualmente la figura más importante de un grupo era la de mayor tamaño». «...la escala natural siempre debe someterse a la escala pictórica... la medida según la distancias del dibujo. En que no hay contenidos, sino de las necesidades del lenguaje. Considero que todo en esta vida es un montaje, se olvida la idea aquella de que Dios creó al hombre a su imagen y semejanza y se dice lo contrario, que Dios está hecho a semejanza del hombre. En cambio creo que en reflejo vivo de lo que quiero decir. En segundo Si se diera la circunstancia de que cambiásemos los requerimientos, un apartamento tradicional podría incluso servir como punto de partida para un nuevo diseño. Rompiendo las reglas originales y usando nuevas interpretaciones, uno podría actuar creativamente inventando semi-científicamente una nueva modificación y finalmente un nuevo tipo.

¿No es exactamente lo que nosotros hacemos, de un modo temporal, cuando producimos una monstruosa desproporción de un hecho que fluye normalmente y al cual descuartizamos de pronto en un «primer plano de manos apretadas», «planos largos de la lucha» y un «primer plano de ojos desmesuradamente abiertos». La gente no sabía qué ponerse y así se vieron bikinis y anoraks camino de los lavabos. De una tibia noche un poderoso fan del noche... al realizar una desintegración del hecho en distintos planos? ¿Al mostrar un ojo dos veces mayor que el rostro de un hombre...? La representación de objetos en las proporciones reales (absolutas) que les corresponden no es, naturalmente, más que un tributo hacia la lógica, una subordinación a un invariable orden de las cosas. James Joyce ha sido quien ha desarrollado dentro de la literatura la línea representativa de los jeroglíficos japoneses. Se ve que esta... la lectura del prospecto actual influye a la baja en la librería. "Condiloma, aparición de excrecencias normalmente supurantes...". Parece el parte de la autopsia de los marcianos de Roswell. Afortunadamente, aquí

...Para Wright, «las formas apropiadas para un material no podían ser apropiadas para otro». Pero la fachada del dormitorio de la Universidad de Pensilvania de Eero Saarinen incluye entre sus materiales y estructura una rampa cubierta con enredaderas, un muro de ladrillo y una reja de hierro, pero el contorno curvado de su forma es continuo. Saarinen superó la obsesión en boga contra el uso de diferentes materiales en el mismo plano o del mismo material para dos cosas diferentes. Es el cuadro de Robert Rauschenberg, Pilgrim (43), la pintura de la superficie pasa del lienzo a la silla que está enfrente, haciendo ambigua la distinción entre el cuadro y el mueble; y a otro nivel la obra de arte en la habitación. Se admite en estas obras la contradicción entre los niveles de función y significado con lo que el medio está en tensión.

[VENT1966]

Si se intenta diseñar empleando el esquema de reglas de Durand, pronto resulta evidente que las estrategias arriba-abajo y abajo-arriba son complementarias. En el diseño arriba-abajo los sub-problemas consisten en elegir y adaptar los elementos de modo que se ajusten al esquema que ha sido establecido a alto nivel. En cierto punto puede resultar imposible sustituir o adaptar cualquiera de los elementos para que se ajusten del modo requerido. Es necesario entonces retornar hacia un nivel más alto de abstracción y ajustar el esquema global de forma que los problemas del nivel más bajo sean redefinidos. Equivalentemente, en el diseño abajo-arriba, los sub-problemas consisten en ensamblar fragmentos conocidos para obtener propiedades emergentes especificadas. En cierto punto puede ser imposible encontrar una combinación de fragmentos disponibles para lograr el resultado deseado. Es necesario entonces retornar hacia un nivel más bajo de abstracción y rediseñar los componentes de modo que puedan ser combinados de formas diferentes redefiniendo por tanto los problemas del nivel más alto. [MITC1990]

muerte en directo de ese mismo individuo.

R. Venturi en [VENT1966] defiende la ambigüedad *toscamente* localizada al considerar el uso de elementos convencionales, estándar o de mala reputación, en organizaciones no convencionales creando significados nuevos dentro del conjunto, para garantizar que los edificios *sobrevivan* a la máquina de vender cigarrillos. De modo similar, Salvador Dalí solía dibujar meticulosa y *realistamente* los elementos de sus cuadros, para que sus sub-significados sobreviviesen a la alteración del contexto de la composición, que era donde inducía una ambigüedad controlada. El famosísimo ready-made *Fuente* de Duchamp, mencionado antes, es un objeto que puede ser interpretado, por lo menos, de dos maneras diferentes: como un urinario recostado y como una fuente... Pese a que es común atribuirle a Duchamp una sutileza especial por sugerir explícitamente la analogía con una fuente, la operación mental que casi cualquier espectador/a ejecuta inconscientemente para reconocer que el urinario acostado pertenece a la misma categoría conceptual que el urinario boca arriba, parece requerir un esquema mucho más complejo de activación simultánea de patrones más abstractos. La ambigüedad *artística* típica debe ser fruto de un *muestreado* suficientemente *tosco* (aunque sin excederse) como para que se perciba la acción de el/la artista y no se entremezcle ambiguamente con la ambigüedad característica del *mundo real*, *anestesiándose*. Debe situarse de ese modo en un punto intermedio entre un chiste simplón y un chiste al que es imposible *cogerle* la gracia. (Al usar la expresión *mundo real*, previamente, me refiero a los esquemas cognoscitivos compartidos por grupos amplios de personas, p. 47, y rechazo implícitamente el solipsismo, por su inutilidad principalmente.)

Los procedimientos explícitos de rectificación de significado, por llamarlos de alguna manera, pervierten las categorizaciones convencionales de los observadores/as aprovechándose de la extraordinaria flexibilidad de nuestro mecanismo cognoscitivo. Así, al beneficiarse de nuestra facilidad para prescindir de las capas intermedias de interpretación (que constituyen en este caso nuestra intuición del mundo físico) vencen la inercia de las estructuras conceptuales cuya persistencia nos permite habitualmente domar las ambigüedades recibidas continuamente a través de los sentidos. Cualquier persona, a partir de cierta

edad, es capaz de reaccionar *juiciosamente* ante la visión de un urinario puesto de costado, al escuchar un juego de palabras o al recibir cualquier otro estímulo ambiguo o degradado. Esa inercia mental actúa también al decidir si una mancha en una pared, cuyo perfil parece la silueta de una figura de la Virgen, es *realmente* fruto de la humedad y la casualidad, o si es *verdaderamente* una sombra de la Virgen. También actúa si se trata de decidir cuál de las dos opciones es cómica, al ver una película en la que los personajes tomen posturas encontradas sobre ese problema de la mancha en la pared. O también, desde luego, si tuviéramos que elegir al personaje más cuerdo entre D. Quijote o Sancho Panza... Todo esto sugiere que *tomando un atajo* es posible promover un ilusorio brinco fuera del sistema, en el sentido de [HOFS1979], o también podría decirse un cambio de paradigma, forzando una recomposición parcial de los sistemas conceptuales de aquellas personas que decidan no mirar hacia otro lado. La ironía está, por tanto, en que una vez que uno se ha golpeado la cabeza contra el techo, siendo consecuentemente imposible brincar fuera del sistema en búsqueda de una autoridad más alta, a lo único que se puede apelar es a las reglas de nivel inferior...

En la mayoría de los ejemplos mencionados en las páginas anteriores, la ambigüedad o la confusión de niveles era provocada o puesta de manifiesto explícitamente. Esto no puede enmascarar grotescamente el hecho de que esos fenómenos son protagonistas principales de la acción cognoscitiva y perceptiva inconsciente de cualquier ser humano. En [HOFS1989] se recopilan múltiples errores verbales, deslices y extrañas construcciones gramaticales capturados en la vida diaria, con el propósito de iluminar el estudio de los ocultos mecanismos del cerebro humano. Los errores verbales, omnipresentes en el lenguaje *natural*, no suelen entorpecer definitivamente la comunicación gracias a la robustez y tolerancia de nuestro sistema cognoscitivo. Particularmente, los errores mencionados en ese artículo típicamente pasan además desapercibidos, tanto para quien habla como para quien escucha, porque suelen estar íntimamente relacionados con el mensaje que se pretende comunicar y revelan algo de él. Los autores apoyan un modelo del funcionamiento mental basado en la activación expansiva y la interacción de conceptos. Concretamente, ellos

observan una transición continua entre los errores y las ideas creativas. Afirman así que habitualmente es una cuestión de perspectiva decidir en cuál de los dos grupos clasificar cada ejemplo recopilado, dado que ambos resultan del mismo tipo de procesamiento mental: exactamente los mismos mecanismos que subyacen al conocimiento *errado* son también responsables del conocimiento *no errado*. ¿Tiene que ser, el autor/a de una frase errónea de ese tipo, consciente de su novedad para que cuente como un acto verbalmente creativo?.

En [HOFS1995] se describen las actividades del Grupo de Investigación sobre Analogías Fluidas (FARG), dirigido por Douglas R. Hofstadter, cuyo objetivo ha sido desarrollar modelos computacionales de conceptos y pensamiento analógico en cuidadosamente diseñados y sumamente restringidos micro-dominios. El propósito último era intentar simular aspectos generales del funcionamiento de la mente humana, procurando independizarlos cuanto fuera posible de la interferencia de conocimientos específicos característicos de tareas concretas y dominios cerrados con contextos prefijados. Frente al enfoque más común de la investigación sobre inteligencia artificial, que ha sido la programación de agentes expertos dirigidos a objetivos precisos en dominios específicos, el FARG ha intentado profundizar en los mecanismos de reconocimiento general de patrones tratando de programar sistemas capaces de hacer analogías variadas y transformaciones fluidas en micro-dominios regulados relativamente, en los que no está estrictamente preestablecido cuál es el objetivo concreto y qué es una solución correcta a cada problema específico.

Descrita en general, la arquitectura de estos sistemas, paralela y no determinista, consta en primer lugar de un subsistema que cumple el papel de la memoria a-largo-plazo, almacenando conocimiento declarativo del modo más general y autónomo posible: en una red conceptual sencilla o en un esquema más sofisticado con un coeficiente de resistencia variable asociado a cada enlace de la red. El conocimiento procedimental está codificado en un conjunto de procesos elementales, con diferentes grados de especificidad y de *coste* computacional, que idealmente deberían ejecutarse en paralelo sin control central, y de cuya acción conjunta podrían emerger inocente e inesperadamente ciertos epifenómenos, ciertas tendencias o estrategias no explícita o

conscientemente dispuestas por los programadores/as. El último componente básico de estos sistemas es un espacio de trabajo donde los datos y conceptos son procesados, que hace el papel de *pizarra*, *citoplasma* o memoria a-corto-plazo. Según explica Hofstadter, la estrategia de estos modelos está inspirada en al menos dos analogías relacionadas: el ensamblaje de moléculas complejas a partir de componentes simples en el citoplasma de una célula, entendidas como *estructuras flexibles con múltiples niveles, re-configurables, agrupadas mediante enlaces de diferentes resistencias y con puntos de ruptura naturales*, y la constitución y descomposición de grupos sociales, en un mundo caótico, conectados por lazos de amistad o romance (analogía también mencionada en [ALEX1971], con una intención bastante parecida). Los componentes de la memoria a-largo-plazo y los procesos elementales están asociados a unos coeficientes de activación distorsionados probabilísticamente, cuyos valores cambian dinámicamente, dependiendo parcialmente del estado de la *pizarra*, simulando la activación propagativa y deslizante de las ideas en la mente humana. En función de su grado de activación, los procesos actúan paralelamente sobre el área de trabajo, local y miopemente, sin una perspectiva global de dicha área. El proceso de exploración se divide así en un conjunto de pequeñas tareas entrelazadas más o menos independientes, cada una encomendada a uno de los mini-procesos que se responsabilizan también de reajustar los diversos coeficientes del sistema. A partir de los fragmentos activados en la memoria a-largo-plazo, los mini-procesos crean en la *pizarra* estructuras conceptuales tentativas, cuyo grado de adaptación es también ponderado mediante nuevos coeficientes.

El funcionamiento de la *pizarra* pretende simular el proceso combinado de construcción, destrucción, reagrupamiento y reorganización de estructuras tentativas, característico de cualquier proceso perceptivo humano. De este modo, los mini-procesos se encargan de construir sucesivamente bloques conceptuales provisionales de niveles superiores, ensamblando componentes de nivel inferior, procurando en ocasiones alcanzar ciertos sub-objetivos, o si fuera necesario, de descomponer o reorganizar parcialmente dichos bloques. Por una parte, las nuevas estructuras deben estar encapsuladas y protegidas, de alguna

manera, para garantizar que puedan tratarse como un todo y que no sean destruidas fácilmente durante el resto del procesamiento (esta cuestión se planteaba también en las pp. 83 y 86). Por otra parte, esas estructuras de datos deberían ser inherentemente reconfigurables, y sus componentes no deberían estar empaquetados dentro de límites rígidos de modo que pudieran ser reorganizados fluidamente. Este comportamiento se simula enlazando los bloques mediante vínculos de resistencia variable y asignándoles diferentes grados de adaptación, de modo que tiendan a flexionarse autónomamente de forma no homogénea como si dispusieran de ciertos puntos de articulación naturales.

La estrategia de búsqueda resultante, con descripciones a varios niveles compitiendo mutuamente, tiene mucho en común con los métodos de búsqueda basados en algoritmos genéticos (1.5) y es denominada, por D. Hofstadter, *examen escalonado paralelo*: un método aleatoriamente deformado, que combina una búsqueda a lo ancho (breadth first) y una búsqueda en profundidad (depth first) al cambiar el nivel de activación de los mini-procesos. Esta estrategia permite investigar paralela y aceleradamente múltiples posibilidades hasta distintos niveles de profundidad, empezando por comprobaciones superficiales y procediendo más lejos sólo si el examen inicial es satisfactorio. De este modo, se *poda* la gigantesca ramificación del árbol de posibilidades evitando explorar todas las combinaciones factibles. Cuando el sistema debe elegir una rama de búsqueda, toma la decisión aleatoriamente, aunque fuertemente influido por presiones tanto procedentes de arriba y dirigidas hacia abajo, como en dirección abajo-arriba, generadas por la activación de determinados mini-procesos. Se trata por tanto, de un método intermedio entre los procedimientos de búsqueda dogmáticamente liberales (por fuerza bruta), que consideran todas las posibilidades con la misma seriedad, y los dogmáticamente cerrados que rígidamente descartan ciertas posibilidades a priori (*poda* heurística). Frente a otro tipo de estrategias supuestamente más inteligentes, este mecanismo evita perder tiempo con cuestiones que difícilmente podrían anticiparse, dado que en cualquier dominio mínimamente complejo no parece posible descubrir por anticipado qué conceptos pueden ser relevantes en

cada situación específica, y garantiza además que todos los recorridos del árbol de decisión son accesibles, aunque no equi-probables: muchas ideas creativas nunca serían descubiertas por un programa que confiara totalmente en un procedimiento de decisión *racional*. Particularmente, al describir en [HOFS1995] el funcionamiento del programa llamado Tabletop, cuyo micro-dominio (o su *campo de juego*) simula una mesa preparada de cafetería, se indica que los primeros mini-procesos ejecutados examinan la mesa de un modo distorsionado, dando preferencia aleatoria a ciertas áreas de dicha mesa. Por tanto, se comporta similarmente a una criatura en el mundo real que ante un complejo entorno visual posiblemente no puede atender de una vez a todos los detalles ante sus "ojos", y de hecho ignora casi todo excepto las características más destacadas.

La estrategia de *examen escalonado paralelo* coordina por tanto las decisiones tomadas localmente y las expectativas derivadas de visiones más contextuales, en un nivel intermedio donde las estrategias arriba-abajo y abajo-arriba coexisten y se influyen mutuamente, diluyéndose la distinción entre ambas, condicionando la percepción y re-percepción de las estructuras conceptuales tentativas. Cada vez que es necesario buscar una solución alternativa no es necesario empezar desde cero, algunos de los bloques creados previamente pueden reutilizarse organizados de diferentes maneras, y el sistema puede explorar otras posibilidades interesantes a partir de ese punto intermedio. Conforme el proceso de búsqueda avanza, según se describe en [HOFS1995], el área de trabajo se iría ocupando con estructuras conceptuales progresivamente más ordenadas, la capacidad de las contribuciones aleatorias para distorsionar las tendencias generadas por el sistema se iría debilitando, y lo que inicialmente se describía como un procesamiento paralelo, local, no determinista, dominado por presiones abajo-arriba, tendería a parecer un proceso serial, determinista, globalmente coherente, simbólico y dominado por fuerzas dirigidas de arriba hacia abajo.

La motivación profunda de los trabajos de investigación del FARG puede capturarse en forma caricaturizada, según D. Hofstadter, con el eslogan: "conocimiento es igual a reconocimiento". La palabra conocimiento se refiere

aquí a esa especie de procesamiento serial, consciente, *macroscópicamente observable* mediante introspección, y dirigido a un objetivo preciso, que suele relacionarse con denominaciones tales como: pensamiento, razonamiento, solución de problemas... Reconocimiento se refiere en cambio a la activación de categorías semánticas a partir de sensaciones de bajo nivel, comúnmente considerada un procesamiento paralelo, inconsciente e independiente de ningún objetivo determinado. En [HOFS1995] por tanto, se conjetura que la inteligencia humana debe emerger también de la interacción de miles de procesos paralelos, inaccesibles por introspección, responsables de la enorme flexibilidad propia de la percepción de alto nivel. Esta fluidez, que parece imposible simular mediante programas que usen rígidas representaciones prefabricadas, se observa claramente en la espesura con que los procesos de percepción y producción de analogías se influyen mutuamente, tanta que resulta más cómodo describirlos como componentes inseparables de un único proceso integrado.

Conexiones

Al formarse, las redes parecen organizarse de forma que la mayoría de los nodos tiene muy pocas conexiones, y un número muy pequeño de nodos, llamados *hubs* o centros, dispone de muchas conexiones. El patrón se puede describir mediante lo que los científicos denominan ley de potencia. Para calcular la probabilidad de que un nodo disponga de un cierto número de conexiones se eleva ese número a una potencia, como el cuadrado o el cubo, y después se obtiene el inverso.

conexiones, disminuye rápidamente la probabilidad.

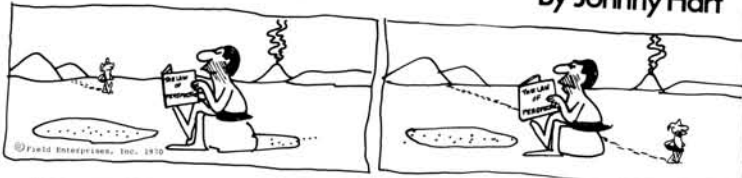
Este tipo de estructura puede ayudar a explicar por qué redes tan diversas como los metabolismos, los ecosistemas o Internet son generalmente muy estables y resistentes, aunque sean propensas a ocasionales colapsos catastróficos. Dado que la mayoría de los nodos (moléculas, especies, servidores de ordenador) están escasamente conectados, poco depende de ellos: se puede eliminar una gran fracción y la red se mantendrá. Pero si se eliminan unos cuantos de los nodos con gran número de conexiones, todo el sistema se vendrá abajo.

La educación y la costumbre estimulan el deseo de ver la realidad cuadrando con los conceptos. Nuestro ojo y nuestro cerebro rectifican las distorsiones, en tanto puedan hacerlo sin alterar demasiado la verosimilitud del espacio real y la coherencia de nuestra lógica espacial. Hay en la percepción visual un juego muy complejo y de gran plasticidad entre el objeto, su imagen retiniana y su representación mental. Intervienen ciertos mecanismos de compensación que nos dan de los objetos de la naturaleza una representación más estable que la que implican las leyes de la óptica geométrica. Por ejemplo, las dimensiones de un objeto que conocemos bien nos parecen muy poco modificadas, pese a diferencias de distanciamiento relativamente muy considerables. Cuando uno se mira la mano a 30 cm, y después a 60 cm, parece sensiblemente de la misma dimensión, aunque el ángulo desde el cual se la percibe se haya duplicado. Ello explica por qué, mientras no ocupe una fracción excesivamente grande del campo visual, un rectángulo es percibido psicológicamente como un rectángulo y, por consiguiente, sus lados como rectas paralelas. [BARR1968]

y tiene un pico de vertiginosa facundia e dejar atónitos a los le todos los tiempos.

... diga alguna insensatez, pero no dice estupidamente ningún momento le abandona la lucidez. Es rápido como un misil, como Groucho Marx,

elegante como fray Gerundio de Campazas. Más que cantante es un retórico que utiliza la música para ensartar diatribas, arengas, sermones, ditirambos, proclamas, panegíricos, peroratas, sollamas, alocuciones, inectivas apóstrofes y anatemas.



ofrece la industria cultural. Es una excelente crítica a la industria cultural. Es un desafío para los patrones de esa industria que tienen una visión estúpida de público. (B.C. by permission of Johnny Hart and Field Enterprises, Inc.)

By Johnny Hart



La actitud "todo vale" propia de la mentalidad abierta del siglo XX, ha impulsado definitivamente maravillosas formas de experimentación literaria, pero también ha facilitado que impostores, humanos o de otras clases, irruman en la fiesta sin ser desenmascarados. Profundicemos un instante más en esta metáfora. Sería muy difícil para cualquier robot actual irrumpir en una fiesta convencional y hacerse pasar por un ser humano. Sin embargo, si fuese una fiesta de disfraces en la que se animara a los invitados a vestirse y actuar de la forma más extravagante posible, entonces es factible imaginar que un robot pasase, al menos por unos instantes, por un genuino invitado humano simplemente vestido con un disfraz de robot y actuando mecánicamente de modo deliberado. [HOFS1995]

En su influyente ensayo *Inquiry into the Origin of Our Ideas of Beauty and Virtue* (1725) el filósofo británico Francis Hutcheson sugería aproximadamente, en un pasaje muy citado, que lo que solemos llamar belleza en referencia a ciertos objetos, depende de la proporcionalidad entre uniformidad y variedad, de modo que cuando predomina la uniformidad, la variedad es la belleza, y cuando predomina la variedad, la uniformidad es la belleza. Elmer Vader



El técnico constructor tiene demasiado que luchar con la naturaleza y contra la sociedad que le rodea para que no le sea permitido, de vez en cuando, saludarla con el gesto payaso del contrasentido. El chiste tiene, también, su razón de ser profundamente humana. [TORR1991]

El fenómeno del mundo pequeño

El sociólogo Dun Watts y el matemático Steven Strogatz descubrieron en 1998 que muchas redes presentan lo que ellos denominaron el fenómeno del mundo pequeño, popularizado en la obra de John Guare *Six degrees of separation* (*Seis grados de separación*).

De la misma forma que dos personas cualesquiera se pueden relacionar entre sí por una cadena de sólo seis conocidos, también un nodo de una red de mundo pequeño se puede alcanzar desde cualquier otro nodo

con sólo unos cuantos saltos. Los dos científicos descubrieron este orden oculto en tres redes muy diferentes: la red de neuronas que forman el sistema nervioso del gusano *Caenorhabditis elegans*, las centrales eléctricas de la parte occidental de Estados Unidos y —el descubrimiento que más llamó la atención— la red de actores que han aparecido juntos en películas.

Si pedimos a un hombre que nombre a sus amigos y después a cada uno de estos que nombre a los suyos, todos nombrarían personas distintas y muy probablemente desconocidas para el primer interpelado; estas personas nombrarían a su vez otras y así en adelante. En la sociedad moderna no existen prácticamente grupos cerrados. La realidad de la estructura social contemporánea está llena de superposiciones —los sistemas de amigos y conocidos forman un semirretículo, no un árbol. [ALEX1971]

Wide Web es un pequeño mundo: cualesquiera documentos o sitios de Internet están separados entre sí sólo por un pequeño número de clics de ratón. También descubrieron que la Red está estructurada según una ley de potencia, con un puñado de centros fuertemente conectados y un número cada vez mayor de nodos menos conectados, y que también se pueden considerar así las conexiones de una *chip* informático y una red de citas de las publicaciones científicas.

Mientras trabajaba en la composición del plano de un complejo de edificios, prestando particular atención a algún aspecto técnico de su disposición, el arquitecto/a puede 'repentinamente apreciar' que la composición parecería un cuerpo humano si la sala de conferencias fuese alineada con el gimnasio. Es muy posible que el arquitecto/a entonces se anime a hacer ese movimiento de alineación, e incluso a seguir trabajando más en el contexto de las formas antropomórficas. [PAPA1994]

nas. Pero por muy complejas que sean estas redes, parecen obedecer a una ley de potencia. La deducción es que todas estas redes son extremadamente fuertes, indiferentes a la mayoría de las molestias, pero vulnerables a un asalto bien planeado. "La eliminación aleatoria incluso de un número elevado de nodos no dañará a la red"



by WATERSON



Rorschach: "el test del 'borrón de tinta' ideado por el psiquiatra suizo Hermann Rorschach. La forma del borrón puede servir como un estímulo para la asociación-libre; de hecho casi cualquier forma libre irregular puede encender el proceso asociativo. Leonardo da Vinci escribió en sus cuadernos, "No debería ser difícil para ti detenerte en ocasiones y mirar la humedad de las paredes, o las cenizas del fuego, o las nubes, o el fango o lugares semejantes, en los cuales ... puedes encontrar ideas realmente maravillosas." [ZAK1997]

El arte de diseñar arquitectura, o lo que suelen hacer los arquitectos/as "cuando Nadie Está Mirando", es decidir qué restricciones deben ser arrojadas a la papelera, consciente o distraídamente, para que el objeto se pueda amoldar a una categorización estética o comercial predefinida ... En opinión de otros es "una búsqueda de los efectos más apropiados que se pueden alcanzar en contextos espacio-temporales específicos que sean virtualmente en todos los aspectos únicos" (John Archea, 1987).

La Iglesia Católica, por ejemplo, empieza a utilizar muy bien Internet para propagar su doctrina. El Papa puede rezar y bendecir por Internet. Yo no digo

Durante el periodo renacentista Botticelli comentó a Leonardo da Vinci que "... simplemente arrojando una esponja llena de pintura a la pared deja un borrón donde se puede ver un agradable paisaje." Leonardo estaba de acuerdo y añadía que en una mancha como esa puedes ver cualquier cosa que desees ver.

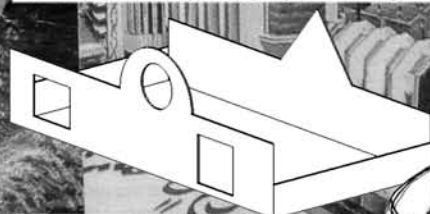
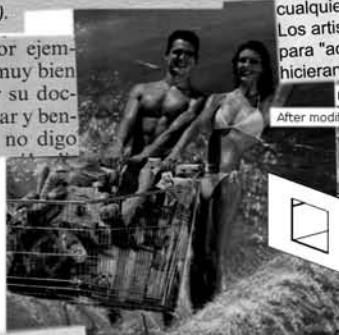
En su *Tratado sobre Pintura*, Leonardo habla de este método para "acelerar el espíritu de invención": "Deberías mirar a ciertas paredes manchadas de humedad, o a piedras de color desigual. Si tienes que inventar algunos fondos podrás ver en ellas el retrato de paisajes divinos, adornados con montañas, ruinas, rocas, bosques, grandes planicies, colinas y valles variados; y también podrás ver batallas y extrañas figuras actuando violentamente, expresiones de rostros y ropas y una infinidad de cosas que podrás reducir a sus formas apropiadas y completas. En tales paredes ocurre lo mismo que con el sonido de campanas, en cuyo repique puedes escuchar cualquier nombre que puedas imaginar." Los artistas chinos usaron técnicas proyectivas para "acelerar el espíritu" mucho antes de que lo hicieran los artistas renacentistas...

Pareidolia: "La mayoría de las personas con gran imaginación visual han visto imágenes en el fuego o en las nubes. Probablemente, ellos describirían esta actividad como soñar despiertos o imaginar. Pero estrictamente hablando supone una percepción errónea de un estímulo externo, y de este modo está clasificada como una ilusión, cuya denominación técnica es *pareidolia*."

Dionysodorus: Dijiste que tienes un perro.
Ctesippus: Sí, un verdadero truhán.
D.: ¿Y tiene cachorros?
C.: Sí ... se parecen mucho a él.
D.: ¿Y el perro es su padre?
C.: Sí, seguro, lo vi junto a la madre de los cachorros.
D.: ¿Y no es tuyo?
C.: Desde luego que sí.
D.: Entonces él es padre y él es tuyo, luego él es tu padre, y los cachorros son tus hermanos.

Design with non-rectangular walls and cut openings

After modifying walls shapes, your design might look something like this:



Poco a poco fui viendo claro, al menos parcialmente; ya desde niño me había gustado contemplar las formas extrañas de la naturaleza, no observándolas simplemente sino entregándome a su propia magia, a su profundo y barroco lenguaje. Las raíces largas y fosilizadas de los árboles, las vetas coloreadas de la piedra, las manchas de aceite flotando sobre el agua, las grietas en el cristal: todas estas cosas habían ejercido antaño una gran fascinación sobre mí, sobre todo el agua y el fuego, el humo, las nubes, el polvo y, especialmente, las manchas de colores que veía girar al cerrar los ojos ... noté que una cierta fuerza y alegría, y la intensificación de la conciencia de mí mismo que sentía desde aquel día, se debían simplemente a la larga contemplación del fuego. (Qué sedante y reconfortante era!)

Entre las pocas experiencias que he realizado en el camino hacia mi verdadera meta vital se cuenta la contemplación de esas imágenes. La entrega a las formas irracionales, barrocas y extravagantes de la naturaleza produce en nosotros un sentimiento de concordancia entre nuestro interior y la voluntad que las ha producido. Nos sentimos tentados a creerlos caprichos nuestros, creaciones propias; vemos vacilar y disolverse la frontera entre nosotros y la naturaleza, y adquirimos conciencia de un estado de ánimo en el que no sabemos si las imágenes en nuestra retina provienen de impresiones exteriores o interiores. En ningún otro momento descubrimos con tanta facilidad la medida en que somos creadores, en que nuestra alma participa constantemente en la recreación de la vida. Una misma divinidad indivisible actúa en nosotros y en la naturaleza; y si el mundo exterior desapareciera, cualquiera de nosotros sería capaz de reconstruirlo...

Algunos años después encontré confirmada esta observación en un libro de Leonardo Da Vinci, en el que se comentaba lo sugestivo e interesante que era contemplar un muro en el que había escupido mucha gente. (Hermann Hesse, *Demian*; 1927)

Uno de los capítulos más interesantes del libro de Walter Reitman es una cuidadosa descripción de lo que pasa (al menos a nivel consciente) por la mente de un particular (aunque anónimo) compositor profesional que hablaba en voz alta mientras componía una fuga. La interacción constante entre principios abstractos de alto nivel y estructuras concretas de notas específicas, de bajo nivel, representaba una fusión de procesamiento abajo-arriba y arriba-abajo, y claramente cuestiones de esta clase estaban detrás de la visión de Reitman de un sistema paralelo, capaz de interrumpirse y distraerse. [HOFS1995]

"El edificio era bueno, uno de los pocos en aluminio que he hecho. Los propietarios, hubieran tenido que consultarme antes", protestó el autor. "Me enteré sólo porque mi estudio está cerca de la calle..."

que iban a realizar unas simples reformas, no pensaba que me iban a machacar la fachada"

tavoz de la Federación de Asociaciones Protectoras y de Defensa Animal de la Comunidad de Madrid.

Colegio. "Pero supone la pérdida de una fachada memorable, sin que se pueda hacer nada".

El proyecto convertirá el inmueble en dos locales comerciales y "desvirtuará totalmente" la actual fachada.

"Es uno de los edificios más interesantes de los años setenta, lo que para la Federación de Asociaciones Protectoras sig-

se limita a decir que "cualquiera puede construir su propio razonamiento para destruir un análisis hecho por otros".

añadido. Según el, la arquitectura contemporánea en España vive un "drama profundísimo". La Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de la capital han

Centro de Protección Animal de Cantoblanco

Salud Pública del Ayuntamiento

nes. "A la sociedad española no le importa la arquitectura moderna. Estoy entregado", dijo. apetece entrar en el tema. Me gusta el proyecto y el dibujo, el tablero: es mi vocación".

Los métodos de tipo pizarra para la solución de problemas emplean una especie de razonamiento oportunista: el problema es resuelto sobre la marcha, en vez de usando un plan general o un algoritmo. Los principales componentes de un sistema pizarra son: un área de datos común, un grupo de agentes expertos capaces de trabajar en el problema actuando sobre el área de datos concurrentemente, y ciertos mecanismos de control que seleccionen qué agentes deben operar en cada instante (por ejemplo, en función del estado del área de datos, o en respuesta a cierta acción previa de otros agentes).

El diseño, por tanto, es un juego complejo en el que la exploración de posibilidades formales en cierto dominio y la inferencia crítica a partir de alguna base de conocimientos proceden en paralelo y eventualmente alcanzan una reconciliación.

Hay también un metajuego, en el cual son establecidos la axiomatización del dominio de diseño, las reglas para interpretar el lenguaje crítico en dicho mundo, y los contenidos de la base de conocimientos del crítico. [MITC1990]



Futurista. Ni más ni menos que C3Po.

1.7. sistemas basados en conocimiento

La denominación Sistema Basado en Conocimiento o KBS (Knowledge-Based System) se aplica usualmente a una clase de programas informáticos capaces de ampliar o consultar una base de conocimientos para extraer conclusiones mediante deducción, es decir aplicando reglas de inferencia. Generalmente este tipo de sistemas se distingue de los programas convencionales por la separación entre conocimiento y razonamiento, siendo responsable de este último un subsistema de producción de propósito general denominado motor de inferencia. La base suele representar conocimiento declarativo correspondiente a cierto dominio, objetos o conceptos y relaciones entre ellos (*conceptualization* o esquema conceptual), en un determinado lenguaje formal, por ejemplo como una red semántica o como conjuntos de reglas y afirmaciones sobre hechos conocidos. En este último caso se suele hablar de razonamiento basado en reglas: la base captura conocimientos generales del dominio en un *refranero* de declaraciones condicionales (declaraciones if...then) heurísticas. El motor de inferencia deriva conclusiones, es decir genera *nuevos* conocimientos, aplicando reglas o algoritmos para razonar simbólicamente a partir de datos, afirmaciones o cuestiones planteadas por el usuario/a, combinándolas con las afirmaciones lógicas e implicaciones almacenadas en la base. Otros sistemas emplean tanto razonamiento cualitativo como razonamiento a partir de conocimiento procedimental y métodos cuantitativos tales como análisis numéricos o técnicas de optimización. Por otra parte, los sistemas de razonamiento basado en casos, mencionados en la p. 71, suelen considerarse KBSs en los que el conocimiento experto está codificado implícitamente en una base de casos previos, en vez de explícitamente. Para construir y utilizar la base de casos es necesario o bien estructurar la información en un formato de representación adecuado al objetivo para el que se va a emplear, o bien utilizar un programa reconocedor capaz de extraer la información apropiada de cada caso almacenado. Además de los KBSs cuyo motor de inferencia efectúa derivaciones mediante lógica de predicados o razonamiento simbólico, existen también otros sistemas cuyo mecanismo de deducción está

inspirado en formas más fluidas de razonamiento, como la lógica borrosa o la propagación de cambios en el estado de los nodos de una red bayesiana (una estructura de datos que representa la dependencia entre ciertas variables mediante probabilidades condicionales, comúnmente usada para capturar conocimiento incierto), y aun existen otras posibilidades, para las que apenas tiene sentido usar la denominación razonamiento, basadas en técnicas de reconocimiento de patrones, como el empleo de redes neuronales apropiadamente educadas. En cualquiera de los casos mencionados, el término razonamiento no debe interpretarse estrictamente, sobre todo teniendo en cuenta que generalmente se parte de conocimientos empíricos relativamente inciertos, y tanto la validez de esos conocimientos como la de los *razonamientos generados* sólo puede estimarse observando su mayor o menor eficacia práctica en cada caso concreto.

Una característica especialmente agradecida en un sistema de este tipo es que sea capaz de exteriorizar sus procesos de razonamiento describiendo sus acciones y el modo en que obtiene sus conclusiones, como hacía el famoso programa SHRDLU desarrollado por Terry A. Winograd. (Este programa, comentado en [WALT1982] y en [HOFS1979], era capaz de planificar y ejecutar acciones en un domino simple, un "mundo de bloques", interactuando textualmente con el usuario/a. El aspecto más singular de la arquitectura del programa es que no estaba fragmentado en subprogramas modulares semi-independientes, representando "nítidas partes conceptuales", sino que sus operaciones se encontraban intrincadamente "entrelazadas en una representación procedimental del conocimiento".)

La denominación Sistema Experto suele referirse concretamente a KBSs capaces de resolver problemas determinados o tomar decisiones en contextos muy específicos que representen situaciones reales, mediante el uso de una colección de conocimientos heurísticos que supuestamente capturen el criterio de un ser humano *experto* sobre la resolución de problemas complejos en el campo correspondiente (el ejemplo que se menciona comúnmente son las aplicaciones para auxiliar a los/las médicos a diagnosticar enfermedades a partir de una lista de síntomas). Todos estos sistemas se programan tanto para

realizar búsquedas limitadas por presiones procedentes del nivel superior, es decir, descubrir a partir de un resultado conocido las causas que lo producen (búsqueda goal driven o inferencia backward chaining), como para efectuar búsquedas limitadas desde un nivel inferior, descubrir a partir de ciertas causas conocidas los posibles resultados derivados (búsqueda data driven o inferencia forward chaining). Para evitar las exploraciones exhaustivas del espacio del problema e incrementar la eficacia de estos sistemas, el árbol de posibilidades suele *podarse* sobre la marcha empleando reglas o restricciones que eliminen a priori ciertas combinaciones posibles pero inconsistentes o poco prometedoras. Esta estrategia de acotación predefinida (dogmáticamente cerrada según se indicaba al final de 1.6) es empleada, por ejemplo, por muchos programas corrientes para jugar al ajedrez que incluyen conocimientos sobre estrategias generales y sobre qué caracteriza una buena posición, para intentar racionalizar las búsquedas mediante fuerza bruta. No puede ocultarse, sin embargo, que estas técnicas empíricas suelen derivarse del análisis de casos preliminares, y podrían resultar totalmente inapropiadas al aplicarse a casos particulares poco corrientes, que es precisamente cuando una persona, por muy *experta* que fuese, sufriría mayor incertidumbre e inestabilidad al intentar tomar una decisión. Habitualmente, por este motivo, los KBSs se utilizan simplemente para facilitar que individuos/as no expertos/as se comporten al nivel de expertos/as, suministrando parte del conocimiento convencional que estuviera ausente. Un sistema de este tipo aplicado a tareas de diseño debería asistir al sujeto inexperto/a de tal modo que, para un problema típico, pudiera producir soluciones adecuadas rápidamente.

El artículo [GERO1986] contiene una introducción general sobre la relación entre la ingeniería del conocimiento y los sistemas de CAAD. Desde luego, la mayoría de los sistemas descritos en los capítulos anteriores se basaban también en conocimientos específicos sobre el dominio correspondiente. Los lenguajes de *patterns* de 1.3.1 lo recopilaban en forma de patrones de diseño, y los modelos de datos descritos en 1.3 lo integraban en la propia estructura conceptual, más o menos estática, de objetos y relaciones o restricciones entre objetos. Según [SHAP1989], los *features* utilizados en los sistemas de diseño

mecánico, mencionados en 1.3.3, son simplemente estructuras de información que representan, a menudo en forma paramétrica, soluciones conocidas a problemas locales, no necesariamente referidos a aspectos geométricos. Otros sistemas mencionados previamente incorporaban conocimientos en forma de procedimientos de transformación específicos o métodos para evaluar la adecuación de soluciones. Realmente no existe una diferencia esencial entre un KBS y, por ejemplo, las gramáticas formales descritas en 1.4, distinguiéndose sólo por el modo más o menos general, modular o reutilizable en otros contextos, en que se interpretan las reglas de transformación y las restricciones y los alfabetos de símbolos correspondientes. Los sistemas basados en algoritmos genéticos descritos en 1.5 pretenden ser menos específicos, empleando un procedimiento de generación sumamente general y acotando de forma vaga los espacios de búsqueda. Los programas descritos al final de 1.6 sustituyen los sistemas de producción (de *razonamiento*) característicos de los KBSs por la acción de un conjunto de procesos generales y sencillos funcionando en paralelo independientemente (*reconociendo patrones*).

Una de las limitaciones, más típicamente mencionadas, de las herramientas comerciales actuales de diseño asistido por computadoras es que emplean únicamente objetos para representar conceptos a un nivel de abstracción demasiado bajo (cuestión ya comentada en 1.3.2 y 1.3.3, sobre la que se profundizará más adelante). Otra es la utilización de metodologías rígidamente organizadas de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba (tema del capítulo 1.6). La tercera limitación comúnmente mencionada es la escasa *inteligencia* de estas herramientas. Presumiblemente, este problema podría solucionarse combinando la capacidad para representar conocimientos, característica de los sistemas de diseño, con la capacidad de razonamiento de un KBS. Este se podría encargar al menos de controlar parcialmente el proceso de diseño, de modo semejante a como otro tipo de sistemas o procesos industriales son controlados por KBSs. En [OXMA1992] se comentan diversos aspectos sobre este tema, ilustrados con la descripción de un sistema experto llamado PREDIKT (PREliminary Design of KITchens) capaz de interactuar gráfica y textualmente con un usuario/a en el dominio diseño-de-cocinas. Este

sistema es capaz de funcionar de tres modos diferentes: generando diseños automáticamente, criticando y evaluando diseños realizados manualmente y combinando los dos modos anteriores, evaluando y completando automáticamente diseños parciales generados manualmente. Los dos primeros modos de funcionamiento son los más comúnmente empleados por diversos prototipos de herramientas de diseño basadas en conocimiento. El último modo de operación se aproxima ligeramente al sistema de CAAD casi ideal, que hipotéticamente desarrollaría un proceso continuo y reiterativo de generación-evaluación (o de prueba-y-error y de síntesis y análisis en pequeñas dosis integradas, como se indicaba al inicio de 1.3.3), automáticamente, o interactuando con el usuario/a. Para intentar alcanzar esta capacidad de integración, el sistema PREDIKT emplea la misma base de conocimientos en los tres modos, y tiene capacidad de razonamiento tanto hacia atrás (o hacia abajo) como hacia delante (o hacia arriba). Es decir, debe ser capaz de traducir requisitos del diseño u objetivos iniciales a descripciones geométricas de soluciones (de diseñar, en definitiva) y debe ser capaz también de convertir soluciones en descripciones críticas y evaluaciones funcionales. Según [OXMA1992], sólo es posible efectuar una transformación exacta de objetivos en soluciones, para un dominio de diseño particular, asumiendo que dicho dominio es un "mundo-cerrado", en el que existe una tradición normativa aceptada de buenas prácticas. Un aspecto importante, estrechamente relacionado, que plantea el desarrollo del sistema PREDIKT es la habilitación de un modo dual de interacción, gráfica y verbal, con el usuario/a, por medio de un "intérprete semántico" que traduce bi-direccionalmente entre ambas representaciones. Este sistema es capaz, por ejemplo, de elaborar afirmaciones verbales evaluando aspectos de la representación gráfica, extraídos mediante la aplicación de conocimientos geométricos y tipológicos.

Generalmente, los KBSs, especialmente los que están basados en razonamiento simbólico, se comunican con los usuarios/as textualmente usando la terminología del dominio específico. En el campo del diseño de arquitectura tal vez pudiera hacerse de otra manera, procurando evitar los nocivos efectos comentados en 1.2, si se encontrase otro modo estándar y suficientemente

flexible de representar el conocimiento. La integración de procesos en este terreno ha estado limitada tradicionalmente por la obligación de intercambiar los datos mediante documentos de papel (en un formato analógico de bajísimo nivel, es decir, escasamente estructurado), en vez de intercambiar modelos o bases de datos, que además simplificarían la colaboración remota, con el/la cliente, con las administraciones públicas, con otros/as agentes del diseño... Particularmente, todo tipo de regulaciones y controles de calidad oficiales deberían codificarse en función de ese hipotético modelo global de CAAD (pp. 6, 45 y 77). Sin embargo, hasta ahora los requisitos iniciales de cualquier diseño, el programa, y los resultados de ciertas evaluaciones se han representado siempre verbalmente. Esto resulta inevitable dado que el conocimiento general sobre este dominio (gran parte del conocimiento no está codificado, por supuesto) está representado textual y declarativamente (no procedimentalmente) en normas, códigos oficiales, listas de controles y requisitos, estándares, convenciones de diseño, guías de estilo... De este modo, para automatizar el proceso de comprobación del cumplimiento de cierta normativa, por ejemplo la evaluación de un diseño contra las regulaciones oficiales, sería necesario emplear un sistema capaz de interpretar la información del formato de entrada (sea digital o como documentación convencional sobre papel) en forma discursiva y de compararla con las reglas... O capaz de interpretar la normativa en el formato de entrada, o capaz de compararlos en un punto intermedio entre ambos. Existen además conocimientos sobre arquitectura que suelen estar codificados gráficamente, tales como planes urbanísticos, información geográfica o detalles constructivos estándar. También en este caso sería necesario disponer de un formato global común o de un sistema *inteligente*, para poder compartirlos de modo integrado. Concretamente, la documentación constructiva de un proyecto típico consiste en un conjunto de dibujos representando detalles tipo del proyecto, elaborados a partir de detalles estándar más o menos adaptados a cada caso. Un sistema de CAAD *inteligente* debería ser capaz de traducir o *mapear fluida* y bi-direccionalmente los detalles constructivos tomados de un reglamento general a cada ubicación concreta del proyecto de un edificio (estas y otras cuestiones de este capítulo ya se comentaron al final de 1.3.3).

autónomas, han protagonizado entre el viernes y el domingo 80 debates de 45 minutos acerca de un solo tema: "¿Serán los avances en ingeniería genética beneficiosos para la humanidad?". Después de 60 horas de enfrentamientos dialécticos, la única conclusión fue que los ocho mejores equipos pasaron a la siguiente fase. Y no es que el tema a debatir no interesase, pero lo importante era ganar, aunque hubiera que traicionar los propios ideales.

"También los políticos defienden muchas veces lo contrario de lo que piensan, porque tienen que representar a sus partidos", gural. El sorteo, minutos antes del debate, decidió que el equipo canario se mostrara a favor de la ingeniería genética y abriera el debate. Su argumento

sitario. La idea resulta familiar porque sale a menudo en los telefilmes estadounidenses, pero en

le atrae del concurso: "Me gusta discutir desde que era un niño, para mí es un *hobby*", y añade: "Es una forma de conocer gente. Les ves y te dices: ¡a ver cómo me responden!". Admite que "hay que

ser un poco hipócrita" y dice que al subir al atril "siento el poder de ser el foco de atención. Es atractivo destrozar los argumentos del contrario y enseñar que lo mejor de la competición es que los estudiantes, "sin ser especialistas, aprenden que en cada tema siempre se encuentran argumentos a favor y en contra".

"Mostraron más energía, más recursos expresivos. No se juzgan las ideas, sino la calidad de los argumentos".

Uy en particular el de ciertas compañías es el "crecimiento viral". En términos sencillos, es un esquema de desarrollo generado por los propios usuarios, y tiene dos efectos: avanza muy rápido y no cuesta nada. El aspecto económico es fundamental y algunos hablan de "mercaderotecnia viral", o sea un modelo de propaganda que surge gracias a las relaciones entre los usuarios y no a los enormes presupuestos de las agencias publicitarias.

La importancia del crecimiento viral se debe a lo que conocemos como el efecto de red.

El fenómeno viral es importante puesto que resulta fácil y más o menos barato crear un sitio en Internet, pero darlo a conocer es difícil y costoso. Esto lo entienden los que afirman que el modelo viral se parece mucho a la tradicional transmisión "de boca en boca", que es con lo que siempre han contado quienes tienen algo que vender.

Durante los estudios de arquitectura, por ejemplo, regularmente vemos instructores/as haciendo uso de un vocabulario esotérico o, como si se tratase de un maestro zen, de técnicas discursivas muy indirectas para transmitir la comúnmente sutil correspondencia entre los principios de evaluación y las heurísticas generativas. [PAPA1994]

ha estudiado por qué los aplausos que cierran un concierto o una obra teatral tienden rápidamente a sincronizarse y adquirir un ritmo determinado, normalmente de forma inconsciente para los propios aplaudidores.

Según su investigación, publicada en *Nature*, se trata de un "proceso dinámico de autoorganización" y responde a los mismos esquemas que rigen otros fenómenos sociales y también naturales, como la histeria colectiva, el comportamiento de los espectadores de un evento deportivo, las reacciones químicas oscilantes o los movimientos sincronizados de algunos grupos de aves en el aire.

el silogismo clásico consta de dos frases o premisas y una conclusión:

ley: todos los humanos son mortales
caso: Sócrates es humano
conclusión: Sócrates es mortal

el proceso de inferencia denominado deducción genera la conclusión a partir de la ley y un caso particular

inducción es el proceso que deriva la ley dados el caso particular y la conclusión

abducción es el proceso que infiere el caso particular, a partir de la ley y una conclusión deseada

...una arquitectura fuera de normas impuestas puede aceptar más errores. En las escuelas de arquitectura se aprende a proyectar edificios de principio a fin, y en la vida real, eso casi nunca ocurre. Tienes que proyectar pedazo a pedazo. De acuerdo con las posibilidades económicas, las necesidades del cliente o los cambios en la ciudad.

tigación "esta es aún una investigación básica, pero esperamos que proporcione un mejor conocimiento de estos fenómenos y aplicaciones útiles. Creo que en principio permitirá estudiar fenómenos sociales colectivos, como la moda o el pánico".

Una alternativa a este concepto y a otros de elección racional tradicional es que la gente sigue reglas empíricas, conocidas técnicamente como «heurística». La idea fue propuesta por primera vez por los psicólogos

norteamericanos Daniel Kahneman y Amos Tversky en 1974. En lugar de calcular costes y beneficios, las personas actúan en base a pistas sencillas y a la heurística, que funcionan la mayor parte del tiempo. Por este método, las complejas tareas de evaluar probabilidades y predecir resultados se reducen a unas pocas operaciones de juicio. Por lo general la heurística funciona, y ahorra mucho tiempo y energía, pero en muchas situaciones conduce a grandes errores sistemáticos... [WILS1998]

Porque mucha gente se da cuenta de que la división entre partidos no significa nada.

declarar: "Lo que temo son las consecuencias de las visiones tan exageradamente a corto plazo de los medios".

estar preguntándonos cada semana quién está ganando la guerra".

El texto sagrado admite una lectura, por muy unívoca que parezca su significado. El

se lleva siempre a su equipo directivo allá donde va. Sus nuevos directores generales, con poca o ninguna experiencia educativa, han ocupado en los últimos seis años los más variados puestos dentro del Gobierno.

Pero ahora, a golpe de orden gubernamental, han sido reconvertidos en responsables educativos. Aduce que lo importante para él es el "capital humano". Y los nuevos directores le han demostrado "una capacidad personal y profesional extraordinaria en los últimos seis años". "Yo soy yo y mi gente", afirmó.

La occidentalización como forma de vida. El capitalismo como principal sistema económico. El inglés como la lengua dominante. El turismo como una gran industria. Estas cosas les asustan. No se trata precisamente de una mentalidad de locos".

Es un caso de lo más corriente que, al encontrarte en una reunión familiar con parientes que no te han visto en mucho tiempo, sucesivamente unos te digan que te parecen mucho a tu madre, y otros que eres idéntico a tu padre. Seguramente no son sólo opiniones banales, sino que reflejan el que algunos de tus rasgos y expresiones faciales se parecen a determinados aspectos de tu madre, mientras que otros encajan más fácilmente con los de tu padre. Cada pariente simplemente ha percibido y analizado tu aspecto visual desde un punto de vista diferente o en un instante distinto, acopiándolo en alguno de sus moldes cognoscitivos.

La experiencia le convenció de que los seres humanos no somos muy buenos ejecutando programas basados en reglas. "Empecé a hacer uno de esos dibujos, recordando cuáles eran las reglas, y después de cinco minutos con el dibujo repentinamente me di cuenta de que había estado pensando sobre algo completamente diferente durante los últimos cuatro minutos y medio. Las reglas se habían expandido solas en direcciones inesperadas. No es que las hubiera olvidado, es que mi mente consciente estaba en el limbo, y estuve trabajando a otro nivel." [MCCO1991]

dada su imprecisión, en muchas ocasiones las reglas heurísticas que resultaban bastante eficaces en determinados contextos se aplican en contextos ligeramente diferentes resultando sustancialmente desprovistas de su contenido, de su capacidad nemotécnica, hasta degenerar incluso en supersticiones irracionales

el público. "Es un problema de la impaciencia occidental, de nuestra sociedad que exige resultados inmediatos y carece de capacidad de perseverancia".

"Tenemos que acostumbrarnos a la idea de los dobles criterios". La máxima que oculta este cinismo es que vamos a castigar los crímenes de nuestros enemigos y recomendar los crímenes de nuestros amigos. ¿Al menos no es eso preferible a la impunidad universal? La respuesta a esto es sencilla: este tipo de "castigo" no reduce, sino que fomenta la criminalidad de aquellos que la ejercen.

"Consejo a los Estados posmodernos: acepten que la intervención en los premodernos va a ser un acto habitual.

"Lo he dicho ya". "No respondo". "Me remito a mis últimos discursos". "Usted también ha caído en la trampa". "Usted no conoce lo que dije; déme su dirección y se lo enviaré". Con

En [FLEM1993] se detallan las dificultades que se plantean al implementar un sistema que, mediante un proceso de inferencia capaz de actuar bi-direccionalmente, integre la generación de formas y la evaluación de su comportamiento. En este artículo, los diseños son descritos por medio de dos tipos de variables: los atributos de diseño o variables estructurales, que caracterizan su forma, y las variables de comportamiento, que son generalmente índices que caracterizan el funcionamiento y el propósito del diseño. Como en 1.2, se afirma que estas variables y sus interacciones no pueden manipularse simultáneamente, lo cual obliga a dividir el proceso de diseño en sub-tareas más manejables, enfocando un subconjunto de variables en cada etapa. En la práctica, la realimentación entre las diversas etapas ocurre infrecuentemente, incluso aunque se usen entornos de CAAD, si las diferentes sub-tareas no se integran convenientemente. De este modo, normalmente los procedimientos de simulación son usados sólo al final del proceso de diseño, principalmente para comprobar o determinar las dimensiones de ciertos elementos, pese a que las etapas iniciales del diseño podrían beneficiarse también de su uso al permitir la comparación de diferentes alternativas. Por esta razón precisamente, sería interesante disponer de un sistema que permitiese integrar generación y evaluación (como se comentaba antes a propósito de [OXMA1992]), de modo que no fuera necesario generar y evaluar sucesivamente innumerables diseños tentativos.

El prototipo de sistema de diseño asistido por computadora que se describe en [FLEM1993] opera en un dominio cerrado en el que las relaciones entre variables de forma y de funcionamiento puedan ser formalizadas de modo eficiente. De este modo, la inferencia hacia delante se efectúa mediante procedimientos de simulación y mecanismos deductivos generales que transforman, de forma única, los valores de los atributos del diseño en índices de comportamiento. Sin embargo, al invertir esa aplicación convencional de las capacidades de simulación, el proceso de *abducción* (inferencia hacia atrás) debe enfrentarse continuamente a situaciones aparentemente ambiguas, cuando el mismo criterio de funcionalidad corresponde a distintas configuraciones de los atributos del diseño. Para llevar a cabo esta inferencia *abductiva* eficazmente y

en tiempo cuasi-real, se sugiere el uso de estrategias flexibles y localmente efectivas capaces de reagrupar variables formales, y de bloquearlas o asignarlas prioridades interactivamente. El usuario/a del sistema podría cambiar dinámicamente el valor tanto de los atributos formales como de los índices funcionales del diseño, pudiendo manipularlo a dos niveles de descripción diferentes por tanto, y el sistema se encargaría de propagar automáticamente los cambios al otro nivel. Según se indica en el artículo esto permitiría al diseñador/a observar fácilmente las interdependencias y complejas interacciones entre las variables involucradas. Las dificultades que se presentan al intentar programar un mecanismo de inferencia bi-direccional son un reflejo de la ingenuidad del "funcionalismo determinista", que suponía una relación simple entre la forma y la función de los edificios. Como se afirma en [FLEM1993], cualquier problema funcional se puede analizar y resolver empleando distinto número y tipo de partes componentes. Una variable de comportamiento depende de diversos atributos del diseño que, a su vez, afectan a otros criterios de funcionalidad compitiendo además por los mismos recursos limitados (espacio, presupuesto).

Conforme se explicaba al principio de 1.3.3, un sistema de CAAD integrado ideal debería evaluar sobre la marcha las posibilidades y la adecuación de un diseño, creando o flexibilizando restricciones y proponiendo modificaciones. Para ello tendría imprescindible que poder ocuparse de estados incompletos de la información. Un procesador de textos que corrige la ortografía y la gramática, mientras el usuario/a escribe, analiza el texto segmentado en palabras y oraciones, dado que la corrección ortográfica de cada palabra, o la corrección gramatical de cada oración, no depende de las demás palabras, u oraciones. Un corrector ortográfico podría también evaluar cada palabra sobre la marcha, utilizando la segmentación por letras y comparando el conjunto provisional de letras con todo el diccionario, para averiguar cuándo un fragmento no puede corresponder a ninguna palabra correcta. Por el contrario, después de leer los capítulos anteriores debe haber quedado claro que decidir cómo debería segmentarse adecuadamente un diseño, en fragmentos independientes, es una cuestión bastante oscura, por ahora al menos. Un estado provisional de un diseño representa un número indefinido de diseños posibles y

no todos tendrían necesariamente el mismo comportamiento respecto a un determinado aspecto que se pretendiese evaluar. ¿Cómo valorar entonces las expectativas de ese estado provisional respecto al criterio elegido?. Al añadir nuevas formas o componentes al diseño, podrían interactuar con los preexistentes desbaratando cualquier evaluación y cualquier descomposición anterior.

Es inconcebible que un ser humano o una computadora puedan rellenar por adelantado todos los huecos de una descripción provisional contemplando todos los casos posibles correspondientes, del mismo modo que un jugador de ajedrez no contempla todas las derivaciones de una determinada jugada. Para evaluar un diseño y para continuar desarrollándolo es necesario recurrir entonces a opciones por defecto, conocimientos heurísticos y reglas nemotécnicas inspiradas en tipos y abstracciones derivados de un mayor o menor número de casos precedentes. La validez de este método y la objetividad de los procedimientos intermedios de evaluación también es una cuestión oscura (lo cual no debe extrañar a nadie dado que tampoco son demasiado confiables los resultados obtenidos mediante muchos procedimientos de simulación supuestamente precisos, cuando no pueden verificarse experimentalmente). Las estructuras nemotécnicas y culturales mencionadas previamente suelen guiar el proceso de búsqueda aplicando restricciones artificiosas y despreciando ciertas rutas que podrían conducir a diseños igualmente aceptables. Como se indicaba en el capítulo 1.4, algunos diseñadores/as recurren a procedimientos analógicos a partir de precedentes, más o menos aislados de determinados prejuicios culturales, para inducir el recorrido de rutas comúnmente no exploradas. Las cuestiones planteadas tiñen de escepticismo la presunta objetividad y eficacia de los procedimientos de diseño y simulación empleados habitualmente, y la hipotética posibilidad de descomponer un sistema de conocimientos de un modo universalmente válido. Sin embargo, por otra parte existen múltiples modelos que se ajustan con bastante precisión a determinados resultados experimentales, o que pueden confundir realmente a muchos espectadores/as y existen también conjuntos de conocimientos que se pueden emplear con cierta eficacia, por ejemplo, para ganar una partida de ajedrez. Ante todo esto hay que

observar que el carácter heurístico de una simulación, de un conjunto de reglas o de un sistema de conocimientos, su objetividad y capacidad para representar la realidad y *cubrir las apariencias*, es una cuestión de grado. Posiblemente no exista un sistema finito de reglas o conocimientos en términos de los cuales separar correctamente por anticipado todos los diseños que cumplen determinados criterios de evaluación. Quizás es imposible representar los diseños desechables sin que se filtren también algunos aceptables.

En [HART1998] se comentan algunas de las cuestiones anteriores desde un punto de vista ligeramente diferente, confiando en que mediante el empleo de métodos avanzados de análisis descriptivo y simulación se podría lograr una mayor precisión a alto nivel de abstracción, que la que ofrecen los análisis y normativas simplistas habituales (en ocasiones incompatibles con los modelos físicos precisos) que "prescriben" o "proscriben" el conjunto de soluciones accesibles. De este modo se describe una herramienta computerizada capaz de realimentar de información al diseñador/a en las etapas iniciales del diseño sobre el comportamiento simulado del modelo, groseramente incluso, respecto a determinados aspectos tales como la conducción del calor y el movimiento del aire. El usuario/a debería introducir un modelo tentativo en el sistema usando un formato convencional, y éste efectuaría automáticamente el análisis correspondiente, resolviendo las ecuaciones físicas mediante métodos numéricos y exteriorizando los resultados utilizando técnicas de "visualización científica". La principal hipótesis comentada en el artículo es que a partir de estas simulaciones podrían identificarse zonas del modelo que requiriesen particular atención en cada etapa del diseño. Basándose en esos esquemas zonales el diseñador/a podría identificar con mayor facilidad las relaciones causales y los parámetros que influyen en cada área destacada, y podría manipularlos o ignorarlos con mayor justificación en determinadas etapas del diseño. La herramienta descrita es básicamente un sistema para la simulación de aspectos del clima interior del edificio, que asistiría simplemente al diseñador/a ofreciéndole la información visualmente de modo intuitivo, y proporcionándole también acceso a una base de casos y simulaciones precedentes de forma que pudiera reconocer semejanzas y comparar el

comportamiento climático de configuraciones específicas. Pese a todo esto, hay que tener en cuenta (como se indicaba en 1.4) que las simulaciones de casos medianamente complejos basadas en modelos físico-matemáticos realistas del comportamiento resistente de materiales, de la transmisión del calor, de dinámica de fluidos, etc. requieren una enorme potencia de cálculo, y están fuera del alcance de todos los bolsillos, al menos de momento (y aún parece más lejana la posibilidad de efectuar este tipo de análisis repetidamente en múltiples ciclos sucesivos de prueba-y-error). Por otra parte, debe considerarse que la extrapolación de los resultados de unos casos simplificados a casos reales complejos puede ser una estrategia extremadamente y disimuladamente imprecisa, y que elegir la forma de los diseños en función de que puedan calcularse con precisión se considera a menudo una arbitrariedad (pese a que haya sido la estrategia fundamentalmente responsable de la expansión tecnológica).

El diseño arquitectónico es un proceso de toma de decisiones en el que cada elección debe ser revisada a la luz de posteriores decisiones, en una sucesión continua de remolinos de realimentación y reciclaje de ideas. De este modo, el proceso de diseño es principalmente heurístico y tentativo, no existe *la mejor solución*, no pueden usarse rígidas estrategias generales para resolución de problemas, varias soluciones pueden ser aceptables desde diversos puntos de vista. Son muchos los diseñadores/as que aceptan, sin fingimientos, que es imposible usar métodos racionales excepto tal vez para el diseño de partes muy concretas. Una de las causas, comúnmente mencionada, de que el diseño sea un proceso principalmente asistemático y no cuantificado, es que los criterios funcionales con los que se podrían evaluar explícitamente las soluciones arquitectónicas se expresan en función de unidades inconmensurables. Para tener una visión bastante general de la multiplicidad de puntos de vista en función de los cuales se puede evaluar la calidad de un proyecto basta contemplar cualquiera de las listas de variables de desajuste o de *patterns* de C. Alexander. Para hacerlo más explícito, a continuación pormenorizo una lista de aspectos comúnmente mencionados, rápidamente elaborada, organizada por orden alfabético, y que no tiene la pretensión de ser exhaustiva ni de clasificar

aspectos cuasi-independientes (organizar la lista sería un problema casi tan difícil de resolver como organizar una metodología general de diseño, o elaborar un programa de estudios de arquitectura): acondicionamiento artificial del aire, acomodación de cambios futuros en la distribución espacial, acomodación de actividades, acomodación de cambios de actividad futuros, acomodación espacial de equipamiento y mobiliario, adaptación al contexto espacial, adaptación al contexto histórico, adyacencia y conexión entre actividades, aislamiento acústico, aislamiento térmico, aspectos simbólicos y culturales, espacio desperdiciado, comportamiento térmico de los espacios, comportamiento térmico de los materiales, comportamiento de los/las habitantes, composición química del aire, condiciones urbanísticas, consumo de agua, consumo de espacio por cada actividad, consumo energético, contaminación lumínica, coste de fabricación, coste de venta, durabilidad de los elementos constructivos, duración de las obras, economía de los materiales, economía de los procesos constructivos, efectos psicológicos, estabilidad y resistencia estructural, ergonomía, estética, facilidad de venta, flujo de materiales e información entre actividades, gastos financieros, humedad del aire, iluminación artificial, iluminación natural, instalaciones auxiliares, limitación de las deformaciones estructurales, mantenimiento, orientación de los espacios, orientación espacial de los habitantes (way-finding), patologías constructivas, percepción humana, protección contra el vandalismo, protección contra la suciedad, reciclaje de los elementos constructivos, reciclaje de residuos, resistencia al fuego, re-usabilidad de partes del diseño, simplicidad de los procesos constructivos, simplicidad del proceso de diseño, soleamiento, supersticiones locales, velocidad del aire, velocidad de construcción, ventilación, visibilidad, seguridad, etc. En gran medida, esta lista no es muy diferente del pliego de condiciones de diseño de cualquier otro producto industrial para uso público, aunque sin duda la escala y la repercusión de los productos arquitectónicos es mucho mayor. Seguramente ésta es una de las razones por las que los aspectos más decisivos en el diseño de edificios y ambientes urbanos, especialmente en las etapas iniciales de un proyecto, suelen ser los simbólicos y culturales, que son también los más ambiguos. De acuerdo con las

explicaciones de 1.2 y 1.3.1, no parece posible organizar una lista como la anterior, que pretenda ser estática y absoluta, que no resulte incompleta e inadecuada al transcurrir el tiempo, particularmente al avanzar un proceso de diseño, que sea válida para todos los casos sin excepciones y que sea compartida por todo el mundo. Es un caso de lo más corriente que varios expertos/as en arquitectura (arquitectos/as, profesores/as o críticos/as) obligados/as a dar su opinión, por separado, sobre un determinado proyecto, lo evalúen conforme a puntos de vista divergentes e inconmensurables y a niveles de abstracción distintos, llegando incluso a que unos aprueben un diseño que para otros es una calamidad. No demasiado diferentemente, por tanto, de lo que sucedería si se consultase a sujetos no expertos/as, especialmente cuando intervienen aspectos estéticos, simbólicos o psicológicos. Hay que preguntarse entonces si son diferentes simplemente sus puntos de vista e interpretaciones, sus representaciones mentales de esa situación particular, o si lo son también sus esquemas conceptuales generales sobre diseño de arquitectura. No hay que extrañarse porque los supuestos expertos/as sean incapaces de evaluar globalmente situaciones de diseño que dependen de infinidad de factores interdependientes que cambian dinámicamente y cuyas pequeñas variaciones pueden provocar grandes efectos, si no se ha descubierto previamente el modo de catalogar dichos factores en categorías cuasi-independientes, si fuera posible.

Muchos/as profesionales creen en la necesidad de una base de conocimientos sobre construcción actualizada y accesible capaz de responder a preguntas de los participantes en cualquier fase de diseño, y de facilitar la evaluación comparativa de soluciones alternativas. Pero esto es tan difícil de llevar a cabo como la creación de un catálogo general de toda clase de productos comerciales, organizados mediante un formato estándar, que permitiese a los consumidores/as elegir apropiadamente en cada situación. A menudo, cada fabricante trata de exhibir ciertas cualidades específicas de su nuevo producto que resultan conceptualmente inconmensurables respecto a las ventajas de la competencia. Si imaginamos que pudiésemos reunir todos los posibles criterios de evaluación en un simple índice numérico, haciéndolos

conmensurables por medio de unos coeficientes de ponderación prefijados, ¿qué aceptación pública tendría dicho índice?. Como se indicaba en la introducción y en los primeros capítulos, es sumamente complicado decidir qué conocimientos sobre diseño se deberían codificar y cómo hacerlo (es decir, cómo programar un sistema global de CAAD), dado que parecen escapar a todo intento de clasificación absoluta o estática. Aparentemente, siempre sería posible descubrir nuevos casos excepcionales que no encajasen en ninguna de las categorías prefijadas. Además de los aspectos mencionados en la p. 127 que ya están codificados en normativas, y que aunque en ciertos casos sean dudosamente razonables son de *obligado cumplimiento*, hay otros muchos conocimientos inciertos que tal vez podrían regularse, supuestamente basados en prácticas o estilos comunes, o en percepciones subjetivas sobre el "omnipresente y estereotipado ocupante promedio". Pero, ¿hasta qué punto comparten los expertos/as estos conocimientos, o se pondrían de acuerdo sobre ellos?. ¿Es posible, entonces, codificar un lenguaje común, completo y flexible de conocimientos estándar e invariantes como se mencionaba en 1.3.1?. Más bien parece que cada experto/a utiliza su propio arsenal reducido de trucos heurísticos, más o menos acertados, a menudo subconscientes o intuitivos, dado que en las escuelas de arquitectura no se enseñan explícitamente las normas no codificadas. Estas cuestiones se plantean porque la implementación de un sistema experto requiere la adquisición de conocimiento específico y operativo, no general y esquemático, que pueda ser aplicado en la toma de decisiones sobre casos particulares. Lo importante por tanto es el conocimiento práctico que suele ser tácito, difícil de transmitir y fuertemente dependiente del contexto y de la percepción individual.

En [LEE_1999] se plantean algunas cuestiones relacionadas con las formuladas en los párrafos anteriores. ¿Es prácticamente imposible agotar la información contenida en una fotografía cualquiera mediante una descripción verbal?. ¿Cómo se puede comparar una representación de un edificio basada en un modelo geométrico 3D con una lista de requisitos de diseño discursiva, basada en texto?. Siguiendo por este camino, se describen dos sistemas supuestamente capaces de extraer limitadamente información relativa a ciertos

aspectos concretos, a partir de cierta clase de modelos 3D de edificios codificados en el formato de un determinado sistema de CAD orientado a objetos. El primer sistema pretende extraer automáticamente algunos componentes y aspectos estructurales particulares del modelo, convirtiéndolos al formato de datos de una herramienta comercial de cálculo de entramados estructurales. El segundo traduce tanto el modelo 3D del edificio como un limitado programa textual de requisitos de diseño, a una representación intermedia basada en un esquema de descomposición orientado a objetos (habitaciones, muros, puertas, ventanas...), de modo que un módulo evaluador pueda chequear directamente los objetos del diseño contra los criterios del programa. La característica más ambiciosa de este sistema es que pretende evaluar aspectos relacionados con el comportamiento de los/las habitantes tales como proximidad, conexión, visibilidad, ocupación y utilización de espacios. Todavía parece una fantasía la programación de un sistema con la suficiente capacidad de reinterpretación y re-categorización como para extraer y traducir información relativa a esos aspectos a partir del modelo de un edificio cualquiera (no amoldado al sistema), codificado en el formato de datos de un sistema de CAD convencional.

La comprensión de ciertas características del conocimiento y la inteligencia humanas se ha iluminado considerablemente al intentar describirlas y analizarlas con el detalle necesario para escribir un programa de computadora que las simule. Al implementar KBSs capaces de realizar ciertas tareas, es necesario codificar el conocimiento correspondiente de modo que sea comprensible tanto para el ser humano como para la máquina. Sin embargo, cada vez que ha conseguido mecanizarse una determinada habilidad, que se consideraba fuera de toda duda un comportamiento inteligente, ese éxito se ha apreciado como una demostración de que ahí no estaba la *verdadera inteligencia*. De este modo, podría decirse que la inteligencia es una característica de aquellas tareas que todavía no sabemos cómo resolver mediante un procedimiento computacional, mediante un algoritmo. Los programas convencionales de CAD encapsulan grandes dosis de conocimiento geométrico, que permiten al diseñador/a resolver una gran variedad de

problemas en este dominio aunque carezca de dichos conocimientos. A cambio, quien trabaja con estos sistemas debe utilizar nuevas capas de significación y conocimiento de nivel superior, adaptadas a la interfaz de usuario/a proporcionada por cada programa, y conectadas también a sus propias categorizaciones mentales sobre diseño (al final de 1.3.3 se comentaban diversos aspectos sobre las ventajas de emplear nuevas capas de abstracción como interfaz usuario/a-programa). Así, puede por ejemplo hacer operaciones clásicas como representar diferentes objetos geométricos, seccionarlos por planos, hacer construcciones de rectas, curvas y superficies tangentes, calcular intersecciones entre superficies, curvas y sólidos, cambiar el tipo y dirección de una proyección y representar los contornos correspondientes de cualquier superficie, medir áreas y longitudes de objetos orientados en cualquier dirección y proyectados de cualquier forma, etc. Simplemente debe interactuar de un modo determinado con ciertos dispositivos físicos e iconos gráficos de la interfaz, en vez de realizar pesadas y complejas construcciones geométricas. Las primeras habilidades que necesita un diseñador/a que use cualquiera de esos sistemas de CAD son, por tanto, la intuición espacial para percibir y manipular objetos tridimensionales en un entorno virtual proyectado sobre una pantalla, y la destreza para *navegar* por él (habilidades estimuladas por muchos vídeo-juegos, por otra parte; la sensación de inmersión del espectador/a al ver un entorno tridimensional proyectado sobre una pantalla bidimensional puede llegar a ser enorme, si dicho entorno está *iluminado* con cierto realismo y los objetos se ocultan correctamente, y especialmente si el espectador/a puede interactuar con las imágenes de un modo simuladamente tridimensional, por ejemplo *chocando* con elementos del entorno, o pudiendo obtener medidas *reales* de los objetos en el espacio y no de sus proyecciones bidimensionales). Si a la hora de fabricar cualquier objeto diseñado se empleasen directamente representaciones digitales tridimensionales que pudieran ser medidas con precisión y observadas detalladamente (sin que fuese necesario llegar al nivel de integración propuesto en la p. 77), no habría necesidad de emplear planos bidimensionales, ni acotaciones explícitas.

Aquellos arquitectos/as que pudieran sentirse preocupados por el papel que, en el futuro, ocupará la geometría en la enseñanza de arquitectura, deberían observar que tradicionalmente los arquitectos/as han evadido la necesidad de emplear conocimientos geométricos, al componer sus diseños sólo mediante objetos sencillos cuyas intersecciones y *ejes principales* estén *alineados* con la dirección de proyección bidimensional de uno o varios de los planos de construcción. Los escasos proyectos que requerirían trabajosas o inabordables construcciones geométricas se han diseñado, cuando no era posible usar computadoras o cuando se ha decidido no usarlas en esta etapa del proyecto, elaborando maquetas a escala, para lo cual tampoco hacen falta conocimientos abstractos de geometría (actualmente las maquetas suelen ser medidas o digitalizadas a continuación para la elaboración de los planos de construcción, como se indicaba en la p. 69). Según esto, al diseñar tradicionalmente los arquitectos/as aplican básicamente conocimientos sobre cómo usar ciertos instrumentos de dibujo tales como reglas, escuadras y compases. Mediante estos procedimientos obtienen formas y medidas que interpretan como representaciones de conceptos arquitectónicos más abstractos. Un programa de dibujo que simulase el funcionamiento típico de esos instrumentos de dibujo estaría amoldado a las rutinas tradicionales de bajo nivel de los arquitectos/as. En cambio, los sistemas de CAD generales son programados para efectuar multitud de tareas en dominios diversos, y por ello disponen de numerosas funciones que los arquitectos/as no usan nunca o casi nunca (análogamente a la situación mencionada en la cita final de 1.2). Otras funciones pueden ser usadas con mucha frecuencia y en secuencias similares, por un determinado arquitecto/a, lo cual parece el rastro de un patrón de diseño o una categoría mental que debería poder condensarse en un comando personalizado de nivel superior. Un vocabulario de objetos y operaciones geométricas es adecuado para describir diseños a un nivel de abstracción relativamente bajo, pero no lo es para describir el modo en que los arquitectos/as trabajaban tradicionalmente, ni tampoco el modo en que perciben, en *bloques*, los problemas de diseño. Para auxiliarles eficazmente en su trabajo, una herramienta de CAAD debería revelar conocimientos, es decir conceptos,

estrategias y casos, específicamente arquitectónicos. Esto obliga a volver a plantear la duda, formulada varias veces desde 1.1, sobre si es posible encontrar un esquema conceptual general capaz de condensar los esquemas conceptuales particulares de todos los arquitectos/as sobre cualquier problema de diseño.

La terminología tradicional específica del dominio diseño-de-arquitectura reúne conceptos (a diferentes niveles de abstracción, sin incluir conceptos al nivel materiales-de-construcción) tales como: alzado, arco, calle, capitel, cerramiento, columna, compás, componente constructivo, cornisa, cubierta, curva, edificio, escalera, escuadra, espacio, estilo, forjado, lámina, losa, malla reguladora, material, muro cortina, pasillo, perspectiva, pilar, planta, plaza, plantilla, puerta, recorrido, recta, regla, sección, superficie, tejado, tubería, ventana, viga, vivienda, etc., etc. (En [MITC1990] se recogen más referencias sobre vocabularios arquitectónicos, y sobre su presunta universalidad.) Probablemente, un esquema conceptual basado en algunos o todos estos conceptos y en sus relaciones no sería adecuado como modelo de representación interna de un sistema de CAAD, ni sería capaz de capturar hipotéticos *razonamientos* arquitectónicos ideales. Entonces, quizá tampoco sería la solución ideal para programar la interfaz con el usuario/a, aunque sin duda la percepción de muchos arquitectos/as está condicionada en gran medida por esa descomposición conceptual. ¿Deberían utilizar los sistemas de CAAD una *terminología* nueva y flexible (el objetivo de los lenguajes de *patterns* de C. Alexander y de los modelos descritos en 1.3)? ¿Debería el usuario/a adaptarse a la interfaz, o la interfaz al usuario/a?. Sin ir más lejos, con los progresos en la programación de modeladores geométricos se han desarrollado nuevas representaciones geométricas y nuevas y sofisticadas interfaces de usuario/a, que van más allá de las metáforas inspiradas en las formas convencionales de interacción con los objetos del mundo real. Tampoco hay nada fuera de lo común en que el usuario/a deba adaptarse a la herramienta, para comprender un mensaje comunicado por otra persona debemos proyectarlo sobre nuestros esquemas conceptuales, modificándolos en mayor o menor grado. Pero ésta no es una visión generalizada en la industria del software, que muchas veces, antes

de intentar aumentar las posibilidades de sus productos, se preocupa por hacerlos amigables procurando que las interfaces sean lo más transparentes y lo menos incómodas posible para el usuario/a típico/a. Sin duda, en cada caso habría que encontrar un punto medio balanceando el incremento de eficacia derivado de la amigabilidad del sistema para cada usuario/a, con el incremento provocado por la reorganización de los procesos correspondientes para adaptarlos al nuevo medio y a cada situación específica. La solución que tiende a proponer actualmente la industria del CAAD parece un facsímil rígido de grano grueso (aunque desde luego no tan grueso como lo sería un simulador de reglas, escuadras y compases) de los conceptos y procedimientos supuestamente empleados por el estereotipado arquitecto promedio en un estereotipado proyecto promedio. Esta sería una solución perfecta si la metodología de ese arquitecto arquetípico fuese la más adecuada para todos los casos y no podara artificiosamente el conjunto de posibles soluciones variantes, pero esto no es así dado que las estrategias empleadas típicamente por los diseñadores/as están amoldadas a la interfaz lingüística (en sentido amplio) tradicional, como se indicaba en 1.2.

La capacidad de modelado de formas básicas no ocupa un papel bien definido en los sistemas de CAAD actuales, que tienden a encapsular completamente el conocimiento geométrico dado que, según se explicaba antes, éste no interviene directamente en la práctica convencional de la arquitectura. Precisamente, muchos investigadores/as no dudan en admitir que un sistema integrado de diseño de edificios debería estar basado en partes de edificios y no en objetos geométricos. También son muchos los arquitectos/as que, por unos motivos u otros, tienen una opinión desfavorable sobre el uso inmoderado de los modelos tridimensionales digitales, e incluso de los gráficos por computadora en general. A propósito del diseño de productos industriales, en [BALL_] se explica que durante las etapas iniciales del proceso, el diseñador/a contempla diversos conceptos alternativos inciertos y abstractos, no espaciales, que no pueden capturarse adecuadamente usando un sistema de CAD convencional, destinado a la producción de simples objetos geométricos. Durante esa fase conceptual, los diseñadores/as no pueden aún determinar con precisión un modelo

geométrico, y si son obligados a especificarlo prematuramente, su pensamiento creativo, su capacidad de generar múltiples variantes alternativas, puede verse severamente restringido. Para evitarlo, y para facilitar la comunicación y el intercambio de alternativas conceptuales entre los/las agentes del diseño, en el Centro de Diseño del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Cambridge han desarrollado un modelo de datos, CPDM (Common Product Data Model), para capturar y caracterizar un producto tanto desde el punto de vista del artefacto (su estructura, comportamiento y función), como describiendo su proceso de diseño particular a partir de objetos no geométricos. Dos características subrayables de este modelo son, por un lado la pretensión de soportar múltiples vistas de un mismo producto, correspondientes a distintos reagrupamientos de los miembros de su estructura conceptual, y por otro lado el que permita incluir objetos no tipificados para representar la vaguedad inherente de las ideas contempladas durante el diseño conceptual.

En [SHAP1989] se adopta una postura ligeramente diferente respecto a la relación entre geometría y diseño industrial. En primer lugar se reconoce que la geometría se está esfumando de la investigación contemporánea sobre diseño de sistemas mecánicos, por la tendencia de muchos investigadores/as a ocuparse de ella sólo sintácticamente, mediante el ensamblaje de *features*, definidos *ad hoc*, con propiedades geométricas predefinidas. Contrariamente, se afirma que son necesarias etapas intermedias de abstracción que cubran la brecha existente entre el diseño de partes simples de geometría optimizada, y el diseño de sistemas compuestos descritos mediante redes de unidades funcionales preformadas, desechando la mayor parte de los aspectos geométricos. En el artículo se sugieren algunos pasos iniciales hacia el objetivo de encontrar modos más sistemáticos de describir la relación entre geometría y función. Su propuesta, relacionada con la explicada en el capítulo 1.2 y con la gramática de [MITC1994] descrita en 1.4, pretende que el refinamiento simultáneo de forma y función se podría revelar analizando de modo recursivo los sistemas complejos en combinaciones de subsistemas funcionales conectados mediante *puertos de energía* (áreas idealizadas de los límites físicos de los subsistemas a través de los cuales se producen los intercambios de

energía, y que determinan la funcionalidad de dichos subsistemas), hasta llegar a componentes sumamente sencillos para los que se pueda resolver el problema de optimización geométrica.

En la línea de lo comentado al final de 1.3.3, el empleo de conceptos relativamente abstractos como interfaz de comunicación entre personas o entre personas y máquinas puede incrementar notablemente la eficacia del intercambio de información si comprenden y resumen una serie de conocimientos comunes: estructuras conceptuales y valores asignados por defecto. Pero también es cierto que los conceptos relativamente abstractos son útiles en las etapas iniciales del diseño precisamente porque pueden enfocarse de modo que no se distingan gran parte de los *rellenos*, por defecto, de conocimientos convencionales de nivel inferior. De este modo, predeterminan pocas relaciones conceptuales resultando inevitablemente ambiguos y perdiendo eficacia como medio de comunicación, aunque incrementando su generalidad y su poder evocador. En este sentido, prescindir de los conocimientos geométricos suele ser útil al *bosquejar* el esquema inicial de un diseño. Lamentablemente, al final no suele producirse la necesaria realimentación entre aspectos a diferentes niveles de abstracción y el esquema se rellena directamente con elementos de un vocabulario por defecto preprogramado y limitado, de formas aparentemente generales, no optimizadas específicamente. Si cabe plantearse la posibilidad de que la resolución de un problema de diseño no abarque aspectos geométricos sofisticados en ningún momento, no sólo en las etapas iniciales, es porque se asume un conjunto preconcebido, cerrado, encapsulado y simplificado de formas geométricas y de relaciones entre ellas, derivado de un análisis y una descomposición estándar, como hacen los programas convencionales de CAAD o de cálculo de estructuras para edificación. Por el contrario, para evaluar u optimizar por ejemplo un cerramiento de doble curvatura en el diseño de un edificio, sería necesario operar en un dominio más amplio en el que, o bien el programa aplicara automáticamente conocimientos a un nivel más básico, o bien expusiera al usuario/a una interfaz gráfica más sofisticada para permitirle manipular, más o menos indirectamente, mayor número de aspectos geométricos (dándole más trabajo y transmitiéndole mayor incertidumbre).

ble. Cuando uno hojea un periódico o revista, todos los contenidos de interés humano son el mismo: 'él dijo, ella dijo', la política y la economía los mismos lastimosos dramas cíclicos de siempre y las modas una patética ilusión de novedad. Ni la naturaleza cambia demasiado;

"todo arte es inherentemente abstracto porque toda traslación de ideas en formas es un tipo de abstracción"

porque no se puede ser vanguardista. Yo me considero un decadente, un manierista. Has-

El lector medio que hojea los libros de estética y de crítica arquitectónica queda horrorizado por la vaguedad de los términos: "verdad", "movimiento", "fuerza", "vitalidad", "sentido de los límites", "armonía", "gracia", "escala", "proporción", "luz y sombra", "euritmia", "llenos y vacíos", "simetría", "balance", "ritmo", "masa", "volumen", "énfasis", "carácter", "contraste", "personalidad", "analogía"... atributos de la arquitectura que los distintos autores catalogan, a menudo sin precisar a qué cosa se refieren. [ZEVI1951]

día 8 de Noviembre

Día Mundial del Urbanismo

13.00

Sus obras mantienen estructuras muy racionales, geometrías de rayas y cuadros con variaciones mínimas. Signos que, afirma, no pueden entenderse en clave sim-

bólica. "Los símbolos no existen", asegura. "Mi pintura es como música emocional, como el tiempo o el clima. Cuando cami-

IZADO DE LA BANDERA DEL URBANISMO EN EL MASTIL DE LA PLAZA DE LA HISPANIDAD

5.10 / Comedia / El malo. Y en

Los zombis paletos

Redneck zombies. Estados Unidos, 1987 (90 minutos). Director: Pericles Lewnes. Interpretación: Insufrible. El título lo dice todo. Insufrible mezcla de comedia y terror a costa de otra desgracia química. El producto tóxico en cuestión es convertido en whisky por unos extraños granjeros. Casposa.

Su ejemplo prendió: revistas, fanzines, grupos, artistas de todas las disciplinas se nutren hoy de la cultura basura, que ellos prefieren llamar *folk art*: "Es la creación de individuos en los márgenes de la sociedad, que no se atenían a las convenciones del buen gusto".

El llamado *arte povera*, desde la década de los años sesenta, al igual que otros movimientos radicales que identificaron una internacional de la segunda mitad del siglo, se definen por esa expansiva libertad poética que se apropia de toda suerte de materiales y recursos objetuales. Del desecho a los componentes de manufactura industrial, de lo inorgánico a lo orgánico, esa voraz expansión tiende a alcanzar, por lo que parece, su límite más desasosegante y conflictivo.

"Quise hacer cine, no filmar literatura."

... es difícil no antropomorfizar las actividades de la máquina, mucho más difícil de lo que puedas imaginar ...

"La palabra azar es un problema," dice Cohen. "Obviamente no puedes dibujar una forma cerrada sin la intención de hacerlo y sin una estrategia orientada a un objetivo. Y no puedes encontrar un espacio vacío simplemente eligiendo un lugar en el papel al azar. Lo curioso es que si viésemos a un/a artista humano/a haciendo lo que hace Aaron, podríamos decir que estaba dibujando espontáneamente, pero no creo que nunca supusiéramos que estaba dibujando aleatoriamente."

La aleatoriedad nos ha paralizado, quizás incluso nos ha aterrorizado, a lo largo de los siglos. Hemos intentando en cambio asignar un propósito a todas las cosas - a todos los eventos, al resultado de cada serie de eventos, desde gorrones caídos hasta héroes caídos. Es una extensión, supongo, de nuestra irresistible tendencia a asignar significados. [MCCO1991]

Otros trabajos suyos son una pelotita realizada con una cuartilla A4, una habitación vacía con su huella estampada en plastilina, o un despacho con una puerta que se abre y cierra a intervalos.

La idea clave de un diseño nunca es suficientemente poderosa como para encargarse de todos los detalles de dicho diseño. De modo que las excepciones y las irregularidades son necesarias en cualquier modelo de edificio y son la principal atracción durante su diseño.

el legendario científico de computadoras Donald Knuth dijo una vez: realmente no sabes o comprendes algo hasta que puedas enseñárselo a una computadora

percibir es la desviar de lo que vemos en la dirección de lo que conocemos

(lo que percibimos los seres humanos depende de nuestras estructuras simbólicas internas, conformadas por un largo proceso de cultivo)

No existe ninguna propiedad ABSOLUTAMENTE esencial de una cosa. La misma propiedad que parece la esencia de algo en una ocasión se convierte en un rasgo no esencial en otra. Ahora que estoy escribiendo, es esencial que interprete el papel como una superficie para la inscripción.... Pero si deseara encender un fuego, y no dispusiera de otros materiales, el modo esencial de interpretar el papel sería como un material combustible.... Las propiedades que son importantes varían de una persona a otra persona y de hora en hora.... [HOFS1995]

sin embargo, cada vez que ha conseguido mecanizarse una determinada habilidad, que se consideraba fuera de toda duda un comportamiento artístico, ese éxito se ha apreciado como una demostración de que ahí no estaba el verdadero arte. De este modo, podría decirse que son artísticas aquellas tareas que todavía no sabemos cómo resolver mediante un procedimiento computacional, mediante un algoritmo.

...Debemos encontrar una manera de asegurarnos de que las representaciones IA tienen un grado correspondiente de flexibilidad.

William James, a finales del siglo XIX, reconocía este aspecto de las representaciones cognoscitivas (James, 1890):

En su opinión, la arquitectura surgida del Movimiento Moderno ha acabado destruyendo las ciudades. "Comenzó en la Bauhaus, que combinaba el interés por los nuevos materiales y técni-

Unos creen que el vacío de es arte minimalista en estado puro; otros recuerdan que no es nada nuevo, y el público parece haber concluido ya que le están tomando el pelo.

En [MCCO1991] se describe un sistema para generación automática de dibujos en *tinta sobre papel* denominado Aaron, desarrollado por Harold Cohen desde principios de los años 70. Según se explica allí, Cohen era un pintor preocupado por las estrategias de representación y el poder evocador más que comunicador del arte, por su naturaleza auto-referencial, por la relación entre figuración y abstracción, por la capacidad de las imágenes por abstractas que sean, de invocar en la mente del espectador/a ideas y significados, y por la propensión humana, tan natural como la respiración, a asignar contenido semántico a todo tipo de eventos y objetos. Antes de desarrollar el sistema Aaron, H. Cohen, comprensiblemente intrigado por los mecanismos de la invención *artística* y por los límites impuestos por las estructuras cognoscitivas humanas, comenzó a interesarse por las diferentes formas que pueden adoptar las cosas sometidas a reglas, hasta sentirse inocentemente fascinado por la posibilidad de obtener una estructura semejante al pensamiento conectando en una computadora un número suficiente de declaraciones *if*. A partir de entonces, empezó a programar ordenadores para tratar de exteriorizar y formular de modo preciso los procesos básicos relacionados con la actividad *artística*, tal como los observaba en sí mismo, en los dibujos de los niños/as o en el arte primitivo. Con el sistema Aaron intentaba capturar los conocimientos necesarios para la elaboración e interpretación de imágenes visuales *artísticas*, y procuraba simular en función de ellos ciertos procesos cognoscitivos humanos. Los datos procesados por el programa son representados internamente de un modo que pretende asemejarse al resultado de la percepción visual humana de alto nivel. A partir de esas representaciones y de los conocimientos programados se debe iniciar un proceso de realimentación que permita a la máquina producir series de dibujos diferentes, eligiendo sus propias rutas de exploración.

El comportamiento no determinista de Aaron está controlado por un conjunto de reglas y de eventos aleatorios, continuamente realimentados, que impulsan al sistema por caminos "legales" pero impredecibles. (De acuerdo con [MCCO1991] podemos usar el término *contingencia*, preferido por Stephen Jay Gould, para este fenómeno, característico también de diversos sistemas naturales y particularmente de la evolución de la vida, según ciertas

interpretaciones actualmente muy comunes.) Cohen describe a Aaron como un sistema jerárquico en el que no existe un módulo de control central, sino que el control se desplaza de un nivel jerárquico a otro y cada uno controla el proceso de cierta manera. Desde el principio, Aaron podía generar un conjunto de formas mucho más rico que el que se obtendría a partir de descripciones concretas de formas parametrizadas, al estar estructurado conceptualmente en términos de primitivas cognoscitivas de mayor nivel de abstracción: líneas, garabatos, encerramiento de figuras, división y repetición, oclusión y otros conceptos sobre distribución espacial bidimensional.

Los dibujos de Aaron constan sólo de líneas, aparentemente *dibujadas a mano*, que provocan ilusiones plausibles en la mente del espectador/a cuando las interpreta chocantemente como perfiles de formas y figuras. Según [MCCO1991], el programa ha evolucionado desde la presentación completamente frontal de formas simples pero evocadoras (1973-1978), pasando por la elaboración de formas más complicadas con un primitivo sentido de la perspectiva (1979-1984), y de dibujos figurativos en un espacio visual más sofisticado (1985-1988), hasta la generación de figuras usando una base de conocimientos totalmente tridimensional (1989-). De este modo, Aaron se ha desplazado también desde el paradigma representativo que Cohen denomina "arte de las cavernas" al paradigma de la "ventana" de Alberti, en el que la disposición del material sobre la superficie plana parece representar algo como si fuera visto a través de una ventana (es decir, el modo predominante de representación del arte occidental). Progresivamente, H. Cohen ha ido rellenando el mundo de Aaron con representaciones abstractas de personas, plantas y rocas basadas en conocimientos *artísticos* pragmáticos y en estrategias que *funcionan*, es decir, heurísticas. La base de conocimientos a partir de la que se generan los dibujos está finalmente compuesta tanto por conocimientos sobre los procesos de construcción de representaciones, como por conocimientos sobre los objetos del mundo exterior. Sin embargo, Aaron no sabe mucho sobre la apariencia específica de los objetos que dibuja, exceptuando aspectos generales sobre su estructura interna y articulación. Tampoco sabe nada sobre luces o superficies. Al ir evolucionando hacia el *arte*

figurativo, Aaron ha sido programado también con otras primitivas cognoscitivas, de mayor nivel que los aspectos formales mencionados antes, para que sus composiciones de figuras que recuerdan personas y paisajes puedan evocar además un contenido dramático.

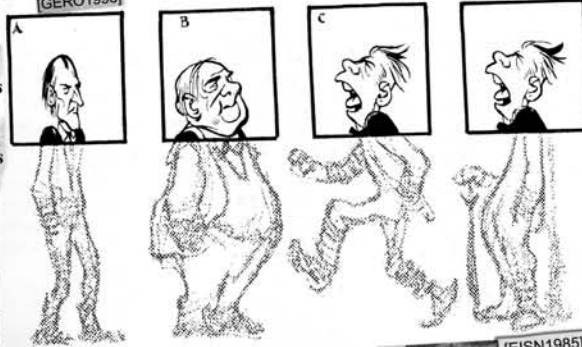
En [MCCO1991] se menciona finalmente otra cuestión interesante que Cohen pretendía desarrollar en el futuro: la capacidad de Aaron para controlar simultáneamente tanto la composición bidimensional del dibujo que aparecería finalmente sobre el papel, como la disposición de las figuras tridimensionales que trataba de representar. La complejidad de esta cuestión reside en las ambigüedades a las que hay que enfrentarse cuando se pretende manipular cierta representación y propagar los cambios a otra representación distinta, relacionada con la primera mediante una traducción que no es uno-a-uno, como puede ser por ejemplo una proyección entre dos espacios de diferente dimensión. (Esta dificultad que deben afrontar todos los sistemas que pretenden procesar la misma información a distintos niveles de abstracción, reaparece de un modo u otro en diversos apartados de esta tesis, y concretamente se mencionaba antes en este mismo capítulo, en la p. 129).

Las técnicas ingenieriles aplicadas hasta ahora no serán probablemente capaces de superar las dificultades inherentes al tratamiento de conocimientos incompatibles o contradictorios, procesamiento de escenas de la vida real o uso irrestrictivo del lenguaje. Esta observación no pretende decir que los métodos ingenieriles no lleguen a ser de utilidad extraordinaria para comprender y desvelar los principios generales de la inteligencia. Empero, será preciso poner a punto modelos sustancialmente mejores de la cognición humana antes de que puedan prepararse programas capaces de afrontar versiones, siquiera sean simplificadas, de tareas que requieran sentido común. [WALT1982]

...no hay transformaciones que conviertan la función en la estructura. Esta es una versión del principio *no-función-en-la-estructura* (de Kleer y Brown; Gero, 1990) según el cual la teleología de un artefacto no se encuentra en su estructura sino que es una interpretación contextual de su comportamiento. El corolario: *no-estructura-en-la-función* también se cumple. Esto puede parecer no intuitivo, a primera vista. La razón es que en la experiencia humana una vez que se ha hecho una conexión fenomenológica entre la función y la estructura es difícil deshacerla. [GERO1996]

Cualquier persona que haya tenido entre sus manos un pedazo de película por montar sabe por experiencia lo neutral que resulta, aun cuando forme parte de una secuencia planeada, hasta que se une a otros pedazos y adquiere de pronto un significado más agudo y completamente distinto del que se había planeado en el momento de filmarlo. *Sergei Eisenstein*

EFEECTO KOULECHOV



Cabeza delgada (A) implica cuerpo delgado.

Cabeza gruesa (B) implica cuerpo grueso.

"Por ejemplo, como un artista yo puedo hacer algunas marcas en un papel, y el espectador/a puede decir, 'Eso es una cara', cuando ambos conocemos perfectamente la diferencia entre una cara y unas pocas marcas en un trozo de papel. ¿Puedes imaginar una transacción más fundamental para el arte? He consumido mucho tiempo como pintor intentando capturar lo que estaba haciendo realmente para iniciarlo y controlarlo." ... Durante los muchos años que ha enseñado dibujo, Cohen ha observado a sus estudiantes trabajando. "Los ves comenzar, mirando al modelo cada 10 segundos más o menos, y luego una vez cada 15 segundos, una vez cada 20 segundos. Cuando llega el momento en que dibujan durante cinco minutos, apenas miran al modelo para nada. Obviamente están desarrollando algo entre lo que está en sus mentes y lo que está en el papel, y sólo ocasionalmente ojean el modelo como para verificar si están diciendo la verdad. "De modo que yo lo veo como un juego en el que estamos constantemente alimentando y refinando un modelo interno del mundo ... No dibujas para decir a la gente lo que tienes en la mente. Dibujas para descubrir lo que tienes en la mente.

... Observó que los niños/as comienzan ejercitando sus capacidades motoras y garabateando. "Luego llega el día en que garabatean algo, dibujan una línea alrededor del garabato, y declaran que han hecho un dibujo de Mamá.

"Estaba fascinado por la noción de que esto pudiera ser la primera vez en la historia del hombre en que el individuo tiene la noción de algo presentándose como alguna otra cosa. Estaba fascinado porque pudiera haber descubierto el comienzo de lo que, de hecho, es el fundamental modo intelectual: nosotros no manipulamos el mundo, manipulamos cosas dentro de nuestras mentes que representan al mundo. La representación visual no era sólo la reproducción de lo que ya conocíamos, era una herramienta para

conocer. [MCCO1991]

tro la línea *como* su contenido. Durante las noticias de cualquier noche, y estoy seguro que también sucede en España, se muestra a una persona llorando la muerte de un querido, un asesinato, cuerpos desenterrados en algún país en guerra. Después se pasa un anuncio de comida para perros, imágenes manipuladas de una isla exótica y de un coche. Luego vendrá una entrevista con una superestrella o un futbolista, segmentos sobre la crisis financiera, alguna dosis de comedia y más anuncios tras la despedida del programa. ¿Dónde va todo a parar? ¿Cómo ordena uno tal indigestión de imágenes y abanico de sentimientos? Pienso que nada tiene

crédito intacto de esta su mirada zumbona e iracunda a la abundantísima parte idiota de nuestro ayer. El juego que saca a del filme. La recomposición del chusco paso por la memoria sentimental del irrisorio *entendimiento del mado* no

una obra semejante con personajes sagrados para los judíos o los musulmanes, jamás habría podido hacerlo" *dió* gurando que el local y todos sus ocupantes arderían en un fuego semejante al del infierno.

R. En la historia del arte hay un momento en que se empiezan a enmarcar las pinturas y se deja, en consecuencia, de pintar las paredes. Está claro que esto supuso un cambio trascendental en nuestra manera de representarnos el mundo. Aparecieron conceptos nuevos o que se observaron bajo una luz nueva, como la simetría y el límite. La aplicación de cualquier tecnología produce cambios de importancia en la representación del mundo y por lo tanto también en nuestra creatividad.

Seamos bastante claros acerca de cuán variables o cuán invariables son los órdenes. Serlio los expuso ante nosotros con un tremendo aire de autoridad, dimensionando cada parte como si fuera a fijar los perfiles y las proporciones de una vez para siempre. Pero de hecho, los órdenes de Serlio, aunque obviamente reflejando a Vitruvio en cierto grado, están basados solamente en su propia observación de los monumentos antiguos y son así, mediante un proceso de selección personal, su propia invención en gran medida. Las descripciones de Vitruvio tienen huecos que sólo pueden rellenarse a partir del conocimiento de los propios monumentos romanos que sobreviven ... A lo largo de la historia de la arquitectura clásica la especulación sobre el tipo ideal de cada uno de los órdenes ha continuado, oscilando entre la reverencia por lo antiguo por un lado y la pura invención personal por otro. *John Summerson* [MITC1990].

la tecnología. Superado el posmodernismo retórico, es preciso *avanzar*arse al regionalismo crítico *la* arquitectura bioclimática o las propuestas autoconstructivas de Ch. Alexander. sólida casa. Hay que crear por ello un modo europeo de pensar y hacer la red, proporcionando nuevas herramientas conceptuales a los creadores de *hardware* y *software*, y perspectivas diferentes a los usuarios. No estamos hablando de utopías ni de arcadas tecnológicas; experiencias como el Linux, de trabajo cooperativo, gratuito y desinteresado, señalan que es posible. La red transver-

Al hablar de pensamiento moderno, comúnmente se hace referencia a una actitud que asume o finge asumir, imitando frívolamente a la ciencia, la existencia de soluciones determinadas, únicas, objetivas, absolutas y que podrían descubrirse racionalmente, para todo tipo de problemas. Sin embargo, (pese a que parezca una observación bastante trivial, dado que las matemáticas generalmente se han considerado como algo apartado del mundo real y confinado en un mundo de idealizaciones platónicas), existen infinidad de problemas matemáticos, geométricos o algebraicos, no precisamente modernos, indeterminados, es decir en los que el objetivo método científico descubre que hay varias soluciones objetivas. Del mismo modo que hay también problemas sobredeterminados, que carecen de solución. Cuando se adopta un punto de vista romántico o cuando se presta atención a las inconsistencias derivadas de los ingenuos planteamientos modernos, la actitud moderna es sustituida por la actitud posmoderna que ha rehabilitado la ambigüedad explícitamente y con gran pompa, pese a que en realidad nunca se había marchado. El talante posmoderno se ha cargado de argumentos aprovechadamente cada vez que las ciencias, en vez de enfatizar lo que se ha hecho, han resaltado lo que quedaba por hacer. Así ha sucedido cuando ciertos progresos experimentales y nuevos puntos de vista científicos han evidenciado las limitaciones de algunos modelos previos del comportamiento natural, y también ante las dificultades con que se han encontrado las matemáticas al tratar de definir formalmente el sentido convencional del verbo razonar, y ante el planteamiento de problemas matemáticos que cuestionan la existencia de un criterio humano racional absoluto. Finalmente, lo más posmoderno es no ser moderno ni dejar de serlo, tomar la cuestión a la ligera y procurar aprovecharse de las incertidumbres posmodernas, fingir ser moderno y al mismo tiempo elegir qué argumentos de apariencia objetiva utilizar en cada caso particular, según convenga.

1.8. relativismo y efectos de enmarcado

En [MITC1990] se plantean también algunas de las cuestiones fundamentales formuladas en los capítulos anteriores: ¿qué clases deberían constituir un esquema conceptual adecuado para describir, diseñar y criticar edificios?, ¿qué propiedades caracterizan a los miembros de dichas clases?. Estas preguntas se formulan a partir de la distinción fundamental entre tipos y casos: los primeros se obtienen a partir de los segundos mediante un acto de abstracción, condensando en cierta manera diferentes casos particulares en un tipo general. Los segundos se derivan de los primeros mediante un proceso de especialización. Los objetos, con mayor o menor *entidad*, que los seres humanos creemos observar conscientemente deben ser el resultado de la agrupación de conjuntos de percepciones básicas mediante algún tipo de procesamiento inconsciente desconocido. Cuando observamos un conjunto de objetos variados y pretendemos conscientemente comprender el modo en que se relacionan, típicamente tratamos de clasificar los objetos agrupándolos en subconjuntos disjuntos, cada uno de los cuales debería representar un tipo. Normalmente el proceso de análisis continúa agrupando los tipos sucesivamente en super-tipos e nivel superior, constituyendo una estructura jerárquica que idealmente tendría la forma de un árbol (p. 31), comúnmente denominada una *tipología*. Algunas de las cuestiones claves que se han ido planteando sobre esta clase de descomposición, que era el tema del capítulo 1.2, son: ¿con qué criterio se agrupan los elementos en subconjuntos?, ¿hasta qué punto es posible clasificarlos en subconjuntos disjuntos?, ¿es razonable descomponer a su vez el conjunto de tipos en nítidos niveles jerárquicos?, y ¿cómo se relaciona este procedimiento de descomposición ideal con el proceso subconsciente humano de agrupación de percepciones?. Una forma corriente de resolver la primera cuestión es identificando ciertas propiedades de los objetos, y agrupando aquellos que comparten algunas propiedades determinadas. Estas propiedades, invariantes entre los elementos de cada subconjunto, se consideran entonces esenciales para ese tipo de elementos, mientras que el resto de las propiedades de cada grupo de objetos se consideran accidentales. Al ascender por una

estructura jerárquica organizada de este modo, progresivamente se va refinando el conjunto de propiedades consideradas esenciales hasta llegar a...

Existen diferentes posturas sobre la validez y utilidad de la distinción entre esencial y accidental, algunos filósofos/as argumentan que las esencias son absolutas e inmutables, mientras que otros/as las consideran relativas. Según [MITC1990], la primera postura es también uno de los fundamentos de las actitudes clásicas sobre la forma artística, y particularmente fue adoptada por los primeros arquitectos del movimiento moderno. En dicho libro se afirma citando a Nicholas Rescher que la postura relativista, por el contrario, pretende que no hay esencias absolutas y que no existe una única forma universalmente correcta de distinguir entre propiedades esenciales y accidentales, sino que depende del contexto del problema que se pretenda resolver o de caprichos del lenguaje. Las tipologías deberían considerarse entonces situacionales en vez de universales.

En [MITC1990] se adopta la postura de que la esencia de un tipo arquitectónico es una cuestión de convención y que ésta puede hacerse explícita estableciendo una definición formal. Sin embargo, siguiendo su propia explicación, si se pretende definir cada clase por medio de un esquema-tipo, expresado como reglas de reconocimiento, es inevitable tropezar con dificultades cuando pretenden abarcarse nuevos casos excepcionales. Para esquivar la complicación incontrolable de los esquemas-tipo, que pone en duda irremediablemente el método de descomposición empleado, se sugiere entonces adoptar otras estrategias en las que los esquemas-tipo y los límites de los tipos estén borrosamente definidos, dado que hay evidencias lingüísticas y psicológicas de que los seres humanos a menudo estructuran su conocimiento de esta manera. Estas estrategias deben eliminar la insistencia en las definiciones de tipos mediante reglas que filtren rígidamente los casos que posean un predefinido residuo común, despreciando los detalles que varían peculiarmente de un ejemplar a otro. En vez de ello, los casos deberían agruparse en función de las características típicas que pudieran ilustrarse mostrando prototipos (sin que quede claro cómo definir y reconocer dichos patrones), de tal modo que algunos casos serían más típicos, de cierta clase, que otros si compartieran muchos rasgos con muchos otros miembros de la

familia. Más concretamente, se menciona un formalismo propuesto por Marvin Minsky que define cada clase como un marco o bastidor con *ranuras*: las *ranuras* pueden permanecer desocupadas, o pueden rellenarse con un valor determinado, con un valor por defecto, con un procedimiento para calcular un valor o con otro bastidor. Según [WALT1982], lo que Marvin Minsky sugería es que no sólo el lenguaje, sino todo el pensamiento, puede depender fuertemente de procesos guiados de arriba hacia abajo por estructuras de "expectativa de conocimiento", que podrían representarse mediante esos bastidores. Estos estereotipos podrían simular el mecanismo por el cual las personas, tras percibir ciertos indicadores que abren determinadas expectativas, van insertando y acomodando información implícita. Parece que el mecanismo cognoscitivo humano, una vez que clasifica un objeto como miembro de una familia, en función de sus propiedades particulares, es capaz de asignarle propiedades adicionales heredadas del prototipo correspondiente o importadas de los demás miembros de dicha familia.

A todas estas cuestiones hay que enfrentarse también al pretender programar sistemas que simulen el proceso subconsciente humano de agrupación de percepciones de bajo nivel recibidas a través de cualquiera de los sentidos, es decir, la capacidad humana de reconocimiento. Seguramente, las personas no nos limitamos a analizar el campo perceptivo en sub-componentes que puedan ser emparejados con un conjunto limitado y predefinido de rígidas plantillas parametrizadas. Los seres humanos, y específicamente los diseñadores/as, al observar por ejemplo un dibujo con formas geométricas son capaces de descubrir formas emergentes, como se indica en [MITC1990]. Ante esto, no tiene sentido suponer que existe una manera única de analizar una determinada forma en partes componentes, ni que hay un único conjunto de categorías semánticas que deba activarse necesariamente al contemplar dicha imagen. De acuerdo con [MCCO1991], el pensamiento moderno ortodoxo adoptó dogmáticamente la postura de fingir que se había desterrado definitivamente el contenido semántico del discurso del arte, imponiendo por tanto una interpretación única de los nuevos objetos *artísticos*: dichos objetos sólo se representaban a sí mismos y el espectador/a sofisticado/a debía responder sólo

a sus propiedades estéticas. El movimiento moderno, junto con otros -ismos de su época, imitó un modelo groseramente idealizado de la ciencia y acabó resultando una parodia de ella, según [MCCO1991]. Ante los exitosos cambios sociales impulsados por los avances científicos, los/las artistas y arquitectos/as *modernos/as* o bien adoptaron directamente la estética tecnológica, o bien profundizaron un poco más para adoptar ciertos aspectos superficiales o estéticos de la ética científica y tecnológica (disfrazándose con los valores tradicionales de la ciencia: precisión, rigor, coherencia, fecundidad). En cada caso particular cabe especular sobre si esa actitud refleja un talante ingenuo, cómico, irónico o comercial. La mitología moderna ha sobrevivido parcialmente hasta la actualidad, en algunos casos como si se hubiera reinventado en función de los nuevos progresos tecnológicos, y en otros casos conservando en general la vieja estética.

En [WALT1982] se describe también un programa, escrito por el autor del artículo David L. Waltz, capaz de descubrir formas tridimensionales, bajo ciertas hipótesis simplificadoras, a partir de dibujos de líneas obtenidas mediante proyección cilíndrica sobre un plano de los perfiles y aristas de dichas formas. Bajo esas condiciones simplificadas (particularmente la de que todas las superficies exteriores de los objetos sean planas) es posible clasificar todas las líneas rectas y las uniones de líneas en una tipología manejable, caracterizándolas mediante un número no demasiado grande de etiquetas. Las etiquetas de las líneas y las de las uniones de líneas están interrelacionadas, de modo que por ejemplo cada tipo de unión corresponde a un etiquetado preciso de las líneas que convergen en ella. Para interpretar global y coherentemente un dibujo hay que sub-interpretar localmente todos sus vértices, *rotulándolos* con etiquetas, y propagar el *rotulado* al nivel de interpretación de líneas, de tal modo que cada una tenga asociado una sola etiqueta. Hay dibujos que sólo pueden ser coherentemente rotulados por partes, de tal modo que globalmente no pueden representar un objeto tridimensional. Un famoso ejemplo de tales dibujos es la "horquilla del diablo", que "parece en principio representar un objeto sólido, pero que al ser examinado más atentamente produce una desconcertante paradoja visual" (similarmente a las litografías *Cascada* y *Subiendo y Bajando* de

M. C. Escher, p. 108). Otros dibujos, en cambio, pueden ser rotulados global y coherentemente de varias formas distintas, pudiendo interpretarse por tanto como diferentes objetos tridimensionales, reflejando particularmente la ambigüedad mencionada al final de 1.7 tras la descripción del sistema Aaron (por ejemplo, las variaciones de [MITC1990] sobre el cubo de Necker, mencionado en la p. 108). Según se explica en [WALT1982], los primeros programas para clasificar los vértices de un dibujo lineal consideraban todos los rotulados posibles de un determinado vértice e intentaban propagar restringida y coherentemente esa decisión a los vértices adyacentes, efectuando una exploración serial sucesiva de un árbol de búsqueda. Cuando el número de etiquetas-tipo era grande, esta estrategia resultaba ineficaz, de modo que Waltz decidió descomponer el problema en mini-tareas locales que se ejecutasen paralelamente (cada una procesaba una línea y los dos vértices extremos), y repetitivamente, para eliminar los rotulados imposibles de cada vértice podando el árbol antes de emprender la exploración. Según afirma Waltz, en muchos casos este proceso reducía a uno el número de rotulados por vértice, inesperadamente, haciendo innecesaria la exploración del árbol. (La posibilidad de descubrir hallazgos no intuitivos por medio de la experimentación siempre debe tenerse en cuenta al investigar el comportamiento de sistemas muy complejos, aunque estén programados en una computadora.)

El problema del levantamiento de sólidos tridimensionales a partir de proyecciones bidimensionales tiene un interés particular desde diversos puntos de vista. En primer lugar, porque es un problema que los seres humanos resolvemos con cierta facilidad e intuitivamente en algunos casos, mientras que en otros parece desafiar seriamente nuestra capacidad intelectual (en función generalmente de la ambigüedad de las proyecciones). En segundo lugar, desde un punto de vista romántico, este problema ilustra en cierta medida el funcionamiento de la caverna del famoso símil de Platón. En tercer lugar, es un problema de algún interés teórico-matemático según se plantea en [MARK1980], especialmente en relación con la posibilidad de resolver casos ambiguos y patológicos. Finalmente, también según se indica en ese artículo, porque los datos del diseño de muchos objetos están almacenados, o son todavía

producidos, en formatos poco estructurados (en papel, o en descripciones digitales bidimensionales o tridimensionales basadas en primitivas geométricas de bajo nivel tales como líneas o polígonos), o en formatos propiedad de una marca que no se pueden compartir entre diversas aplicaciones. Por el contrario, la completa automatización e integración de muchas fases del diseño y fabricación de productos requiere información volumétrica tridimensional de dichos productos (según se ha ido indicando en los capítulos anteriores). Para extraer esta información de las bases de datos codificadas en formatos poco estructurados es necesario usar, por tanto, un sistema de traducción y reconocimiento que podría denominarse un *vectorizador* de segundo nivel.

En [MARK1980] se describe un algoritmo capaz de convertir una descripción de un objeto en términos de sus vértices y aristas (*wireframe* tridimensional), en una descripción volumétrica en términos de material sólido, espacio vacío y topología de bordes y superficies. Según se indica, el algoritmo, tal como es presentado, está restringido a objetos con bordes rectos y caras planas, pero podría ser adaptado para trabajar con otras superficies no planas, dado que es un algoritmo topológico. Los componentes básicos de entrada, las aristas, son agrupados en componentes de nivel superior, *caras virtuales* o candidatas, organizándolos conforme a ciertas reglas basadas en razonamiento geométrico. A su vez, las *caras virtuales* son procesadas y organizadas en *bloques virtuales*. Por último, los *bloques virtuales* son procesados para asociar combinatoriamente la etiqueta sólido o vacío a cada uno de ellos y unirlos, generándose así todas las posibles soluciones correspondientes a la malla de entrada. El algoritmo es capaz de resolver de este modo, razonando en función de volúmenes, casos ambiguos como por ejemplo la malla de un *hiper-cubo*. Como el procedimiento de búsqueda pretende resolver el problema completamente, las diferentes rutas de exploración no pueden descartarse mediante estrategias dudosas, sino aplicando reglas geométricas precisas, que procuren tener en consideración además los casos patológicos, basadas en definiciones y teoremas geométricos formales. En [WESL1981] se extiende el algoritmo para encontrar todos los objetos poliédricos que corresponden a un conjunto dado de dos o más proyecciones cilíndricas bidimensionales diferentes.

A partir de ellas, es posible generar una pseudo malla tridimensional de vértices y aristas candidatos, clasificados conforme a ciertos criterios, aplicando un algoritmo de des-proyección detallado en el artículo. Basándose en la pseudo malla es posible obtener todas las soluciones del problema, utilizando otro algoritmo análogo al descrito previamente. En [WESL1981] se detallan además extensiones del método para emplear otros tipos de proyecciones, tales como vistas de detalle o secciones transversales, o para utilizar información extra sobre profundidad que pudiera estar insertada en la proyección bidimensional, por ejemplo en forma de tipos de línea diferentes o variables asociadas a los vértices como una especie de *z-buffer*. Esta información extra permite disminuir la indeterminación del problema reduciendo el número de soluciones consistentes.

Comúnmente las proyecciones estándar empleadas tradicionalmente para representar objetos de ingeniería o arquitectura son proyecciones *no distinguibles* para dichos objetos (en [WESL1981] se define qué es una proyección *distinguible* y se demuestra que, para cualquier objeto, la inmensa mayoría de las proyecciones posibles son *distinguibles*). Esto conlleva una enorme ambigüedad, dado que los objetos tienen múltiples rasgos planos, que quedan solapados y encubiertos, alineados mutuamente y con los ejes de proyección. La única forma de desambiguar suficientemente el problema es utilizando un número amplio de proyecciones que, al ser interpretadas simultáneamente, permitan reducir el número de configuraciones tridimensionales consistentes. En el caso del diseño de arquitectura, la dirección de algunas de estas proyecciones se elige, por motivos prácticos, para que corresponda con ciertas direcciones localmente singulares: comúnmente la dirección de la plomada o la normal al plano-suelo horizontal (una de las primeras necesidades del ser humano es una superficie en la que reposar sin esfuerzo), y la alineación de unas paredes medianeras limitando el solar o la orientación norte-sur. Lo más común es elaborar variaciones sencillas a partir de objetos que se proyecten de un modo particularmente *reducido* sobre los planos de dibujo escogidos: poliedros y superficies cilíndricas o esféricas convenientemente orientados. Al limitarse a elegir formas para las cuales esas

proyecciones sean *no distinguibles*, por una parte se pueden cumplir ciertos requisitos funcionales y estructurales, y por otra se evita la necesidad de realizar construcciones geométricas trabajosas o inabordables, si no se encargan a una computadora, particularmente a la hora de medir los objetos y de calcular sus intersecciones (ver p. 139). Es fácil advertir la justificación para esto, observando que al pretender medir directamente, por medios tradicionales, el mayor número posible de aspectos geométricos sobre una sola proyección, los objetos deben conformarse alineados con planos proyectantes (planos *reducidos* a líneas rectas a causa de la proyección), de tal modo que se solapan muchos de esos aspectos aumentando la ambigüedad de la representación. Por el contrario, las proyecciones *distinguibles* son más fáciles de interpretar sencillamente porque son menos ambiguas.

La peculiaridad de que las proyecciones tradicionales, plantas, alzados y secciones, sean representaciones *no distinguibles* especialmente ambiguas para los edificios típicos, suele aprovecharse en las etapas iniciales de diseño. Cada representación por separado puede interpretarse de múltiples maneras, y permite simbolizar ciertos aspectos del objeto dejando otros liberados y sin precisar. El diseñador/a suele comenzar a trabajar con una proyección determinada, considerando vagamente sólo ciertos aspectos geométricos y algunos requisitos funcionales evocados por dicha proyección (en los casos más típicos, las plantas se emplean básicamente para tomar decisiones bastante libremente sobre la distribución de espacios, mientras que las secciones deberían someterse a mayores restricciones estructurales). Por los motivos mencionados en el párrafo anterior, y como se comentaba en el capítulo 1.2, el uso de esas proyecciones estándar suele condicionar la descomposición de la tarea de diseño y del modelo mental del diseñador/a, y suele acotar disimuladamente el conjunto de diseños accesibles. El procedimiento de aproximaciones sucesivas descrito en 1.2, se manifiesta notoriamente cuando el diseñador/a pasa de una proyección a otra. Al trabajar con cada proyección se considera sólo una parte del conjunto global de requisitos y restricciones. Al pasar a otra proyección se considera un sub-conjunto diferente que suele incluir particularmente algunas de las restricciones geométricas propagadas por las

manipulaciones anteriores. Este proceso resulta especialmente flexible si se limita a priori a objetos amoldados al conjunto de proyecciones empleadas, por el hecho de que, en ese caso, cada proyección está especialmente caracterizada por una gran ambigüedad o *debilidad* geométrica, de modo que se puede trabajar con una proyección imponiendo un conjunto limitado de restricciones geométricas al resto de las proyecciones (que era en parte el objetivo del proceso de descomposición de 1.2). Por ejemplo, en muchas ocasiones la composición de huecos en un alzado no se restringe demasiado por la configuración de las plantas, despreciando gran número de condiciones funcionales, y se suele escoger en función de criterios decorativos, incluso en edificios presuntamente *modernos* que no resultan esencialmente distintos de los edificios con decoración superpuesta. También con cierta frecuencia el diseño de las plantas y el de las secciones se desconectan considerablemente, salvo por la presencia de cajas de ascensores y escaleras o de algún espacio que comprenda varias plantas. La composición de las plantas, especialmente en los edificios *modernos*, generalmente se escoge bastante independientemente de las restricciones estructurales, y constituye de ese modo un sub-problema casi independiente de distribución horizontal óptima de espacios (es uno de los primeros problemas de diseño que se ha intentado resolver empleando computadoras, limitándose casi siempre a distribuciones de espacios rectangulares: ver por ejemplo [SHAV1986] y [LIGG1992]). De este modo, el proyecto geométrico de ciertos edificios típicos puede constar simplemente de un determinado número de diseños bidimensionales (plantas, alzados y secciones), sustancial y artificiosamente independizados para simplificar el proceso de diseño adaptándose a él, despreciando gran número de restricciones funcionales. Al no partir de una descomposición amoldada al problema, obtendríamos una solución amoldada a la descomposición. Sin duda existen edificios que no se han proyectado de un modo tan simplificado, pero en casi todos los que han sido diseñados y contruidos a partir de planos existe un residuo más o menos grueso de este proceso.

Este generalizado método de diseño resulta ciertamente sencillo, especialmente porque permite que el arquitecto/a proceda sin necesidad de

elaborar un modelo mental completo del objeto tridimensional y sin realizar complejas construcciones geométricas, limitándose a aplicar un conjunto de recetas simples, quizás auxiliado por modelos mentales parciales, para relacionar las diferentes proyecciones bidimensionales. Desde las etapas iniciales del diseño, cada dibujo contemplado por separado no representa un objeto sino una inimaginable cantidad de objetos tridimensionales (que no se diferencian sencillamente por el valor que tomen unos pocos parámetros). Desde luego el diseñador/a no contempla todas esas posibilidades sino que limita subconscientemente el proceso de búsqueda aplicando restricciones, más o menos convencionales, de modo implícito. Al progresar el diseño, manipula cada proyección sucesivamente hasta que al finalizar el proceso de depuración supuestamente se habrían propagado todas las restricciones geométricas de unas proyecciones a otras, de modo que tomadas en conjunto representasen consistentemente un único objeto tridimensional. Pese a que pueda parecer insólito, en muchas ocasiones no sucede así, dado que las restricciones geométricas no son fáciles de propagar manualmente, salvo en casos relativamente simples amoldados al sistema de proyecciones como los mencionados antes.

En [WESL1981] se muestra un ejemplo denominado el problema de las Tres X, en el que se consideran tres proyecciones idénticas sumamente ambiguas aunque de apariencia sencilla, sin información sobre profundidad ni ocultamiento de líneas, que pueden representar conjuntamente 38065 objetos sólidos diferentes, de alguno de los cuales se afirma que es difícil de *comprender* incluso con un modelo en la mano. La ambigüedad es útil durante la etapa inicial del diseño, pero es perjudicial al intentar finalmente representar el objeto con precisión y construirlo. Cuando se trabaja con sistemas de CAD convencionales que mantienen un modelo tridimensional digital se eliminan las ambigüedades mencionadas, ya que el sistema se encarga de tomar las decisiones necesarias para mantener la consistencia del modelo y de todas las proyecciones bidimensionales que se usen para visualizarlo, igual que se ocupa también de gestionar las imprecisiones derivadas del redondeo numérico. La precisión con que se representa el modelo es una ventaja fundamental a la hora de intentar

evaluarlo objetivamente y construirlo, y lo sería también en el caso de que se conociese una estrategia precisa para solucionar cualquier problema de diseño. Sin embargo, esa consistencia forzada suele parecer un obstáculo al diseñar, puesto que reintegra la descomposición del problema que emplean convencionalmente los arquitectos/as, y les obliga a enfrentarse inútilmente con todo el complejo conjunto de requisitos de una sola vez, salvo que se adapten a la descomposición conceptual del programa. De este modo, al trabajar con programas de CAD, muchos arquitectos/as siguen empleando objetos básicos para representar formas más complejas (líneas para representar proyecciones de superficies planas proyectantes, por ejemplo) pese a que el programa disponga de objetos apropiados de nivel superior. Se resisten así a que una parte de la categorización del problema sea transferida a la computadora, que se encargaría de manejarla encapsuladamente resolviendo automática y consistentemente los sub-problemas asociados. Esto les pondría en graves aprietos porque la categorización de la computadora no es suficientemente isomorfa a la suya (particularmente la de la computadora es geoméricamente consistente y la de los diseñadores/as no), de forma que no pueden adaptarse al nuevo medio si pretenden seguir beneficiándose de las mismas ambigüedades que acostumbraban a explotar tradicionalmente. Algo muy semejante ocurre al pretender emplear maquetas en las etapas iniciales de diseño, al estar elaboradas mediante formas concretas, y además rígidas y difíciles de manipular, no suele resultar sencillo interpretarlas en términos abstractos de modo que evoquen ambiguamente multitud de conceptos distintos (salvo que fuesen de humo o de algodón...). Y este fenómeno, en una versión reducida, explica también por qué muchos diseñadores/as tradicionales se sienten incómodos al usar entornos vectoriales de dibujo por computadora, que representan las líneas con exactitud, en los que no pueden aplicar fácilmente sus estratagemas para promover indeterminación basadas en la gradación de grosores e intensidades de las líneas trazadas intuitivamente con un lápiz.

La descripción del método de diseño de los párrafos anteriores se ha redactado, por sencillez, en términos de un solo diseñador/a y enfocada al cumplimiento de requisitos geoméricos, al uso de determinadas proyecciones

bidimensionales y al aprovechamiento de ciertas ambigüedades geométricas. Sin embargo, dicha explicación se puede generalizar también en caso de que se trate de un grupo de varios diseñadores/as, de que se empleen otro tipo de representaciones, vistas, esquemas o bocetos, a diferentes niveles de abstracción, y para cualquier tipo de restricciones que se tengan en consideración. En general, todas las representaciones que *compriman con pérdidas* o recorten la información contenida en el modelo son ambiguas, y esto incluye por supuesto a las representaciones abstractas y a las vistas de detalle. La principal diferencia es que en este caso frecuentemente no se sabe cómo formalizar completamente las relaciones entre las distintas *vistas* (en sentido amplio) y el modo en que se deberían propagar los cambios y las restricciones no geométricas. Por lo tanto y por el momento, al programar computadoras no es posible encapsular consistentemente la mayor parte de esos problemas no geométricos, y menos aún hacerlo eficazmente de modo que se resuelvan en tiempo-real (aunque esto no tiene por qué ser un impedimento definitivo, salvo al final del proceso, dado que tampoco el hecho de que el conocimiento geométrico esté formalizado con precisión evita la existencia de ambigüedades e indeterminación). El proyecto avanza conforme el diseñador/a manipula cada representación o *vista* sucesivamente, hasta que al finalizar el proceso de depuración hipotéticamente habría propagado todas las restricciones de unas *vistas* a otras, de modo que tomadas en conjunto representasen consistentemente un único objeto tridimensional que cumpliera las expectativas del diseño del mejor modo posible. Es decir, que el estado del conjunto de posibles desajustes estuviese lo más cerca posible del estado de equilibrio. Sin embargo, como se explicaba en 1.2, el cumplimiento de esta hipótesis suele ser una ilusión producto del modo de percibir el problema parcialmente. El propósito de las explicaciones previas es mostrar cómo los diseñadores/as sacan provecho de la ambigüedad de las diferentes *vistas* para hacerlas encajar fluidamente unas con otras dentro de un proceso global. En este sentido, el objetivo del método de descomposición descrito en 1.2 era precisamente organizar un proceso eficaz de diseño procurando descubrir sub-sistemas cuya solución fuera lo más ambigua posible. Cada uno representaría un sub-problema

que podría resolverse manipulándolo independientemente del resto, es decir sin restringir la solución de los demás ni determinar la solución global: cada sub-solución representaría ambigüamente la solución del problema total. El motivo por el que suele ser imposible descubrir esa hipotética solución global en un período de tiempo razonable, de acuerdo con [ALEX196], se podría re-explicar entonces observando que los arquitectos/as suelen aprovechar ciertas indeterminaciones características del modo de representar el problema no coincidentes con las ambigüedades *naturales* de dicho problema, y de este modo tratan como si fuesen ambiguas situaciones que no lo son *realmente*.

Si un diseño se representara en la computadora simplemente por medio de un conjunto de *vistas* cualesquiera no necesariamente consistentes, aparentemente existen dos formas en que el sistema podría asistir automáticamente al diseñador/a estimando la adecuación de esas visiones parciales. La primera opción sería efectuar comprobaciones heurísticas o simulaciones formuladas específicamente en términos de cada una esas *vistas*, lo cual sólo parece posible si las *vistas* en efecto representaran sub-problemas suficientemente independientes. La segunda opción sería que el sistema enlazara esas visiones a un modelo consistente global, de modo que pudiera realizar un análisis geométrico preciso o cualquier tipo de simulación basada en principios físicos. A esta última opción, que exige que el sistema sea prácticamente capaz de diseñar por sí solo, se le aplican los comentarios del final de 1.3.3 sobre procedimientos para concretar nociones abstractas (un concepto abstracto, lo mismo que una *vista*, representa ambigüamente un modelo concreto). En el camino entre estas dos opciones extremas, se podrían emplear métodos intermedios que enlazasen subconjuntos de *vistas* en otras *super-vistas* más adecuadas que representaran modelos parcialmente consistentes.

En [WESL1984] se repasa brevemente la evolución de los sistemas para la descripción de diseños mecánicos, desde los dibujos bidimensionales hasta los sistemas de diseño mediante computadoras y los modelos para representación de sólidos, incluyendo observaciones sobre los problemas numéricos de esas representaciones digitales. Asimismo, se comparan diferentes métodos para realizar automáticamente la conversión entre unas descripciones y otras, insistiendo en los algoritmos de [MARK1980] y [WESL1981] mencionados antes, y exponiendo breves consideraciones acerca de la

complejidad computacional de los algoritmos y los problemas causados por imprecisiones de los datos de entrada.

En [GRIM1995] se describe un método para construir limitadamente un modelo sólido B-rep a partir de un único boceto lineal bidimensional (con las líneas ocultas borradas) de una vista ortográfica de un objeto tridimensional, que funciona restringidamente con objetos poliédricos de vértices triedros. El boceto es inicialmente vectorizado y *enderezado*, las líneas son etiquetadas, similarmente a [WALT1982], se crean restricciones a partir de dichas etiquetas y del reconocimiento de ciertos *artefactos*, y finalmente se intenta recomponer el objeto 3D procurando resolver las restricciones que no sean gruesamente incompatibles. El objetivo sería desarrollar una interfaz de estilo lápiz-y-papel, que resultase *natural* a los diseñadores/as para introducir formas tridimensionales en un sistema de CAD. El problema de este enfoque es precisamente que la ambigüedad de la representación suele ser un componente indispensable de "la especial naturaleza del proceso de elaboración de bocetos durante la fase de diseño conceptual", al menos en diseño de arquitectura. El método propuesto pretende eliminar esa ambigüedad haciendo presunciones sobre las intenciones del usuario/a para restringir la profundidad del objeto, recomponiendo la información ausente en el boceto. Para ello pretende reconocer un pequeño conjunto (en el propio artículo se reconoce que no es exhaustivo desde luego) de artefactos: combinaciones de líneas y vértices posiblemente caracterizados por aspectos tales como simetrías distorsionadas y paralelismo. En [VARL2000] se describe un método que pretende mejorar el sistema de [GRIM1995] interpretando un subconjunto mayor de bocetos válidos y recomponiendo objetos 3D con una estructura topológica y unos detalles geométricos supuestamente más verosímiles.

También en [EGGL1995] se describe un sistema llamado 'Quick-sketch' que pretende reaprovechar las técnicas y la experiencia que los diseñadores/as aplican al esbozar rápidamente ideas con lápiz y papel. El programa, que debe ejecutarse en computadoras con una interfaz basada en un bolígrafo electrónico, debe ser una herramienta eficaz para el dibujo técnico bidimensional dado que pretende interpretar automática e interactivamente los trazos del usuario/a, como si "leyese su mente", generando restricciones geométricas. El sistema procura clasificar los trazos que va dibujando el usuario/a y las relaciones entre ellos en unos tipos prefijados (líneas, arcos, círculos, B-splines y tangencias, simetrías, paralelismo y ángulos rectos), de un modo satisfactorio para dicho usuario/a. Para efectuar esta tipificación genera automáticamente restricciones aplicando reglas heurísticas y márgenes de tolerancia. Para desambiguar la interpretación de los trazos del diseñador/a en dibujos poco restringidos, el sistema introduce además restricciones implícitas (blandas) ponderadas conforme a ciertos coeficientes, para procurar adivinar las intenciones de dicho diseñador/a. Todas las restricciones deberían ser resueltas en tiempo-real por un módulo de solución de restricciones de propósito general. El usuario/a puede modificar la interpretación automática en cada caso particular *pulsando un botón*, y puede modificar las tolerancias y los coeficientes de ponderación ajustando factores o eligiendo ciertos modos de trabajo prefijados. Por el contrario, el sistema no es capaz de descifrar las intenciones tridimensionales del diseñador/a, dado que interpretar una forma 2D como un objeto 3D es un problema demasiado ambiguo en general, según se afirma en el artículo. A cambio ofrece herramientas convencionales para crear extrusiones, superficies de revolución, superficies regladas y barridos a partir de perfiles bidimensionales, y permite también esbozar trazos en cualquier superficie plana de un objeto 3D usando los mismos métodos descritos previamente. (El sistema está programado usando las librerías 'IRIT' y 'GDI'.) Algunas de las técnicas que han sido comentadas son aplicadas parcialmente por modeladores actualmente comercializados. Además, algunos de estos disponen de otras interfaces para el esbozado directo de formas tridimensionales, inspirados en el

modelado escultórico de materiales blandos, abandonando así el paradigma lápiz-y-papel.

Existen diversos programas comerciales para restitución tridimensional de series de fotografías o dibujos, en los que el usuario/a debe especificar las restricciones que eliminen la ambigüedad del problema, de forma que el sistema pueda resolverlo adecuadamente. El operario/a generalmente debe proporcionar esta información ubicando, mediante la interfaz gráfica, primitivas geométricas y puntos 3D en las distintas proyecciones bidimensionales.

En [AHSO1995] se esboza un sistema para análisis de dibujos técnicos bidimensionales inspirado en las técnicas de reconstrucción geométrica de [MARK1980] y [WESL1981]. A partir de un conjunto de proyecciones ortogonales predeterminadas, es posible clasificar sucesivamente los diferentes tipos de vértices, líneas y superficies, incluyendo algunas superficies curvas sencillas. Basándose en dicha clasificación se pueden reconstruir las caras y los sólidos del objeto correspondiente. En el artículo se apunta también que, dado el empleo cada vez más generalizado de modelos digitales tridimensionales completos, con información no sólo geométrica sino también semántica/funcional, lo que interesaría es disponer de sistemas capaces de convertir dibujos técnicos bidimensionales en modelos tridimensionales basados en *features*: levantando la geometría, interpretando la información simbólica de los dibujos y reconociendo las entidades tecnológicamente significativas. Puesto que la información simbólica y semántica es esencialmente dependiente del contexto, si se mezclasen la información geométrica y la información semántica en el proceso de interpretación se podrían propagar las influencias entre los diferentes niveles de abstracción para facilitar el reconocimiento de las entidades a cualquier nivel. Los mismos autores del artículo anterior proponen, en [AHSO1998], un método para reconocer símbolos de dibujos arquitectónicos. Este método debe enfrentarse al hecho de que tradicionalmente estos símbolos están mucho menos normalizados que en otros dominios técnicos, por lo cual debería facilitar la inclusión de nuevos símbolos a la base de conocimientos. Con este objetivo, emplean una arquitectura bastante general basada en una red de descripciones o *aspectos*: conjuntos de restricciones o predicados relativos a grupos de segmentos geométricos. Esta red de propagación de restricciones está organizada jerárquicamente: cada nodo verifica el cumplimiento de ciertas condiciones, de modo que actúa como una especie de filtro que sólo transmite al resto de la red los *aspectos* o conjuntos de segmentos que den un resultado positivo. Con esta red es posible buscar todos los símbolos de una vez (en lugar de tratar de emparejar cada candidato con todos los posibles símbolos), al examinar todos los *aspectos* verificando el cumplimiento de cada restricción y juntar los diferentes *aspectos* que han superado el proceso de filtrado para obtener los símbolos correspondientes, evitando procesar cada restricción más de una vez.

En [KERN_] se describen algunos experimentos geométricos subsidiarios llevados a cabo durante el desarrollo de una herramienta para diseño y optimización de sistemas de comunicación inalámbrica en interiores llamada WISE. El problema planteado en el artículo es la extracción de información acerca de las paredes de un edificio (coordenadas y composición), a partir de planos de plantas representados en formato DXF. Estas descripciones típicamente contienen mucha información irrelevante o redundante, desde el punto de vista de esta aplicación, y la tarea es entonces eliminar la primera y reducir la segunda. Para ello se emplean estrategias heurísticas imprecisas *rápidas-y-sucias*, aplicando ciertos coeficientes de tolerancia para el tratamiento de errores, cuya eficacia ha sido comprobada empíricamente en varios casos corrientes. Concretamente, se describe un método sencillo y práctico para convertir e interpretar las líneas múltiples representando muros, en el plano del edificio, a una descripción en términos de paredes lógicas con propiedades dieléctricas asociadas, que es el tipo de descripción que necesita WISE. Los autores del artículo aprovechan este diminuto

problema para destacar la importancia de un enfoque experimental a la hora de enfrentarse a cuestiones pragmáticas como éstas, que se ubican entre las ideas de la geometría computacional y los difíciles problemas del *mundo-real* planteados por los usuarios/as potenciales de dichas ideas.

Para una aplicación semejante a la del sistema descrito en el párrafo anterior, en [DOSC1999] se presentan los primeros resultados obtenidos al tratar de reconstruir automáticamente un modelo 3D de un edificio convencional dado, a partir de los típicos dibujos arquitectónicos de sus plantas. Después de la vectorización, las primitivas geométricas deben ser agrupadas en símbolos gráficos representando puertas, ventanas, tuberías, escaleras, etc. y algunos de estos símbolos (concretamente las tuberías, escaleras, esquinas y muros de carga) pueden ser usados a continuación como rasgos que permitan localizar con precisión plantas sucesivas, alineando y escalando los planos correspondientes. Para ello se construye un grafo de hipótesis de emparejamiento entre los rasgos más pertinentes de dos plantas consecutivas, y se aplica un algoritmo para detectar el sub-grafo más grande completamente conexo. Este sub-grafo es utilizado para calcular la transformación correspondiente a cada planta, y el modelo 3D es simplemente obtenido apilando los modelos de cada piso.

[TOMB1997] ofrece una visión perspectiva de la investigación reciente sobre diversas técnicas para análisis de dibujos de ingeniería: segmentación para separar bloques de información de diferentes tipos, vectorización, reconocimiento de símbolos, reconstrucción tridimensional y reconocimiento de *features*.

En [MART1996] se repasan brevemente algunos algoritmos y técnicas para análisis de documentos: para segmentación y clasificación de bloques gráficos (tanto métodos arriba-abajo como abajo-arriba), para vectorización y para análisis de estructura de bloques. Finalmente se describen algunos métodos para interpretación y reconocimiento de símbolos, basados en el uso de plantillas predefinidas o prototipos representativos de cada una de las clases de símbolos que se pretenden identificar (por tanto muy dependientes del dominio específico de la aplicación). Los componentes del documento son emparejados con las plantillas usando técnicas de reconocimiento de patrones: empleando métodos estadísticos basados en la teoría de la decisión, o tratando de descubrir semejanzas estructurales (representando la estructura por medio de grafos o gramáticas formales).

En [BLOST_] se describen aspectos generales sobre metodologías y arquitecturas computacionales para reconocimiento de todo tipo de diagramas, y se plantea el interés por disponer de un esquema global que organizase los sistemas de reconocimiento en cualquier dominio, para representar el conocimiento sobre las convenciones específicas de notación, para usar la realimentación de información procedente del contexto en el tratamiento de errores, y para procesar el ruido y las ambigüedades. Asimismo se comentan las posibilidades de mejorar el rendimiento de los sistemas de reconocimiento explotando el conocimiento y las técnicas de modelado empleados en los sistemas generadores de diagramas.

...a las cadenas que emiten en abierto les horrozan los bustos parlantes explicando porqués".

hay en él. "La imagen es la misma para todo el mundo. Lo que le da más o menos valor es la persona que la analiza, el tipo de experiencia y conocimientos que tenga".

plantea el uso de ayudas visuales para presentar y jerarquizar la información. En la búsqueda de sistemas útiles, se ha llegado al llamado "mapa de ojo de pez" (*fish-eye map*, en inglés). Una lente de ojo de pez en fotografía es la que agranda el centro del campo y empuja hacia la periferia. La idea de los investigadores Sarkar y Brown en 1992 fue hacerla extensiva a los diagramas: un sistema que agrande el foco de interés del usuario (encarnado en un clic de ratón) y reduzca lo lateral. Imaginemos un diagrama tridimensional en forma de red, compuesto por centenares de nodos o intersecciones (puede ser un árbol genealógico, un voca-

bulario... o el mapa de una web; da igual). Percibirlo globalmente puede ser confuso, pero si nos interesa un nodo, podríamos hacer que se nos acercara y nos mostrara su conexiones, mientras que el resto pasaría a un segundo plano... Semejante sistema funciona un poco como la percepción humana, que actúa como una lente sobre lo que le interesa.

cometieron errores básicos, como dar credibilidad a cualquier amenaza de bomba.

Nuevas y grandes inversiones destinadas a hacer el mundo más bienhumorado, optimista, coloreado. Una

...comentarios

no percibidos. Todos comprendieron que emitir anuncios era un insulto al dolor de la tragedia; ahora, el regreso de la publicidad se convierte inesperadamente en un respiro y un símbolo de normalidad.

Ni los anunciantes querían insertar su mensaje en semejante tragedia ni las cadenas podían cometer la frivolidad de anunciar hamburguesas en medio del desastre. Ahora, las televisiones se enfrentan a un conflicto aún mayor: ¿cuándo se debe regresar a la normalidad? Y peor aún: ¿cuándo se acepta el regreso de la comedia a la televisión?

los principales problemas que se presentan al diseñar la interfaz de un sistema de modelado de sólidos se derivan de la necesidad de manipular y mostrar los objetos 3D mediante dispositivos de interacción y pantallas típicamente 2D

bal. El humor es el medio norteamericano de comunicación por antonomasia, y desde los discursos del presidente hasta los sermones parroquiales, nunca se expone una tesis sin el juego irónico que provoque la sonrisa. Las películas del *happy end*, los musicales con una salpicadura hilarante o los telefilmes con un colofón risible son genuinamente norteamericanos.

Las historias narradas, los artículos vendidos, las construcciones arquitectónicas, los diseños, los trabajos, deben poseer, para ser modernos, un punto fijo. A

Kalman Brauner (Boeing Commercial Airplane Company): Tengo entendido que han hecho algún trabajo

sobre la posibilidad de identificar condiciones bajo las cuales las soluciones son únicas, por ejemplo, que exactamente un solo objeto es reconstruido dadas ciertas proyecciones. ¿Podría comentarnos algo sobre eso?

Wesley: A uno le gustaría mucho mirar los datos de entrada y salir con una afirmación sobre el número de soluciones. La única manera que tenemos para hacerlo es encontrarlas todas y contarlas. No hemos encontrado un procedimiento más barato de hacerlo. Cada vez que intentas pensar acerca de medidas que pudieran dar indicios sobre las ambigüedades, realmente parece que podrías igualmente hacer todo el trabajo y ver lo que sale.

[WESL1984]

¿qué es a hal como hal es a ibm...?



Algunos interesantes datos experimentales neurofisiológicos y psicofísicos parecen evidenciar que los seres humanos usan una representación basada-en-vistas para reconocer objetos (Ullman 1989, Edelman and Bulthoff 1992). Los humanos pueden reconocer objetos con más precisión y rapidez cuando los observan desde puntos de vista particulares, lo cual implica que esas vistas del objeto están fácilmente disponibles mientras que otras deben computarse cuando se necesitan. Una técnica para mejorar el balance entre espacio y precisión de una representación basada-en-vistas consiste en interpolar entre las vistas. Ullman & Basri (1991) han demostrado que a partir de tres vistas 2D de un objeto rígido 3D, con ciertas limitaciones, es posible obtener otra vista 2D interpolando por medio de una combinación lineal. Si el objeto tiene un contorno suave, entonces la apariencia de su perfil es algo más difícil de predecir, pero en cualquier caso, con seis vistas se consigue una buena interpolación.

No se permiten las casas Cuadradas o Triangulares, por la siguiente razón. Los ángulos de un Cuadrado (y más aún los de un triángulo equilátero) son mucho más puntiagudos que los de un Pentágono, y las líneas de los objetos inanimados (como las casas) son más difusas que las líneas de los hombres y de las mujeres. De aquí se sigue que hay un serio peligro de que las puntas de una casa Cuadrada o Triangular puedan herir seriamente a un viajero desconsiderado o distraído que chocase contra ellas: así ya en una época tan temprana como el siglo XI de nuestra era, las casas Triangulares fueron universalmente prohibidas por la Ley, con las únicas excepciones de las fortificaciones, polvorines, cuarteles y otros edificios estatales, a los que no resulta deseable que el público en general se acerque sin circunspección. En este período, las casas cuadradas se permitían todavía por doquier, aunque un impuesto especial las hacía desaconsejables. Pero unos tres siglos después, la Ley decidió que en todas las ciudades de población superior a 10.000 habitantes el ángulo del Pentágono era el menor que podía admitirse en la construcción de casas, en consonancia con la seguridad pública. El buen sentido de la comunidad ha secundado los esfuerzos de la legislación; y hoy incluso en el campo la construcción Pentagonal ha sobrepasado a todas las demás. Solamente de vez en cuando en algún distrito rural, lejano y atrasado, puede un anticuario encontrar todavía una casa Cuadrada.

...el presidente, percibiendo quizá que alguno de los Círculos más jóvenes se habían visto conmovidos por mi evidente seriedad, me hizo dos preguntas:

1. Si yo podía indicar la dirección a la que me refería cuando usaba las palabras "hacia arriba, y, sin embargo, no hacia el norte".

2. Si podía yo mediante cualesquiera diagramas o descripciones "que no fueran la enumeración de lados o ángulos imaginarios" indicar la figura que yo me complacía en llamar cubo.

... [ABBO1884]

En [SOMM1995] se presenta una aproximación centrada-en-vistas al problema del reconocimiento de features en objetos tridimensionales (entendidos particularmente en este caso como rasgos formales tales como protuberancias o depresiones). Esta opción podría ser más apropiada que las representaciones convencionales centradas-en-objetos, dado que resulta difícil producir definiciones generales y robustas de esos rasgos geométricos o features trabajando con las estructuras de datos comúnmente empleadas en el modelado de sólidos (B-Rep o CSG). Los autores pretendían representar el objeto 3D por medio de un grafo de aspectos, en el que cada nodo correspondía a una vista topológicamente distinta, un esquema inspirado en la investigación en visión artificial y en el modo en que supuestamente los seres humanos comprendemos las formas. Sin embargo, comprobaron que al considerar múltiples clases de información el grafo se hacía pronto inmanejablemente grande. Por este motivo supusieron que esa estructura debía contener información redundante y optaron por elegir un subgrafo apropiado que contuviera sólo los nodos correspondientes a la información obtenida desde ciertos puntos espaciales. A partir de esta hipótesis han desarrollado su método práctico de reconocimiento de features, seleccionando ciertos puntos de fuga singulares mediante métodos heurísticos, y analizando la información obtenida al intersecar con el objeto haces de líneas procedentes de cada uno de esos puntos de fuga, hasta descubrir las caras del objeto que limitan las protuberancias y depresiones.

CHICA NO ES REAL

... ¿cómo sostener en la actualidad que pueda existir una imagen normal cuando la psicología de la visión nos prueba el condicionamiento de las imágenes, no sólo por determinaciones individuales muy variables sino también, y sobre todo, por la educación y la tradición? El hombre ve lo que ha aprendido a ver. Este aprendizaje no tiene fin. Y, además, a las imágenes mentales que el acto de la visión suscita, la ciencia las llama: FANTASIAS.

... preciso es comprender, a semejanza de la búsqueda científica, que ya no se trata de representar el mundo tal como existe REALMENTE, sino más bien tal como se lo puede observar en determinadas condiciones. [BARR1968]

palabra por palabra; más bien la recorre con la vista, y se detiene en palabras y frases individuales". Un texto que se puede "recorrer" con la mirada debe tener ciertas características:

- Títulos y subtítulos explicativos, más que divertidos.
- Son útiles las listas de puntos destacados con claridad.
- Los artículos deben ser cortos.
- El uso de enlaces hacia páginas adicionales.

El hecho de que los dibujos arquitectónicos tradicionales no sean delineados conforme a estándares rígidos, como se indicaba en la p. 72, hace que la interpretación y extracción automática de información de cierto nivel de abstracción a partir de ellos sea un problema especialmente complejo y de interés muy general, dado que parece requerir la implementación de algún tipo de mecanismo fluido (es más, los planos de algunos anteproyectos resultan difíciles de interpretar hasta para arquitectos/as expertos/as). Los ejemplos mencionados previamente sobre reconstrucción de objetos tridimensionales a partir de proyecciones cilíndricas bidimensionales, interpretación de bocetos y análisis de documentos gráficos, tienen desde luego mucho en común con la investigación sobre visión por computadora.

En [BARR1968] se emplean algunas elementales observaciones acerca de la fisiología de la visión humana, distinguiendo entre la visión con el ojo inmóvil y con el ojo en movimiento, y entre la "visión foveal" y la visión lateral, para argumentar que la percepción de un campo visual amplio en fijación inmóvil es una ilusión, y que "la imagen mental de un campo de cierta vastedad no puede formarse más que por la percepción sucesiva y por la integración general de un número considerable de pequeños fragmentos". A partir de estas reflexiones, se pone en duda el realismo banal o la supuesta *objetividad* de la perspectiva cónica clásica y de la imagen suministrada por una cámara fotográfica cualquiera (los objetivos comunes de las cámaras están sofisticadamente corregidos de tal manera que la imagen recogida sea *normal*, sin *aberraciones*), y probablemente debería desconfiarse también de la presunta distinción fundamental entre la percepción básica humana de líneas rectas y la de líneas curvas:

¿Dónde está la verdad? Sin duda, las rectas son rectas, pero, ¿acaso siempre las vemos así? ¿Podemos representarlas siempre así sin sacrificar ciertas leyes de la percepción espacial? La disminución aparente de los objetos en función de su alejamiento es una evidencia. Por lo demás, la perspectiva clásica tiene en cuenta este hecho, ya que las rectas paralelas, oblicuas en relación con el plano frontal, escapan al aproximarse, para reunirse en el punto de fuga. Pero, ¿por qué no en todos los casos se respeta esta evidencia? Y, si la respetamos, ¿desembocamos acaso en un absurdo?

...

Se ha demostrado que nuestra percepción del espacio es, en lo esencial, una percepción adquirida por la educación, y que además se ve constantemente alterada por nuestras intenciones, conscientemente o no ... la perspectiva clásica que estructura la mayoría de las imágenes constituye un factor determinante en el aprendizaje de la visión ... Así, hemos tomado la costumbre, al observar estos dibujos según nuestra conveniencia, de admitir que las rectas siempre se perciben de este modo y que se las debe representar de manera similar. Asimismo, las paralelas del plano frontal siempre están en nuestro espíritu regularmente espaciadas, cualquiera que sea su distancia relativa respecto de nosotros, y en consecuencia las dibujamos así. No obstante, si observáramos la realidad ingenuamente, cosa que jamás se nos ocurre hacer, casi la totalidad de estas líneas debería parecernos curva. Aprendida desde la infancia, familiar desde hace cuatro siglos, la imagen tradicional pasa por ser, finalmente, la imagen verdadera. Y puede que no haya aquí sino una impostura... [BARR1968]

Los autores de [BARR1968] proponen efectuar una proyección cónica del espacio tridimensional sobre una superficie esférica, previamente a su proyección sobre la superficie plana del dibujo. Esta interpretación interpuesta les conduce a observar que "todo método de perspectiva corresponde a un método de transformación de un trazado esférico en un trazado plano", y que por lo tanto la imagen plana absoluta no existe, "sólo es posible la imagen relativa". Peor todavía, los autores muestran que la perspectiva cónica clásica deriva de una proyección gnomónica cuyo "defecto de similitud" es enorme, y que sólo puede considerarse aproximada para representar campos visuales enmarcados por ángulos reducidos:

De hecho, la proyección gnomónica es de aquellas que implican las deformaciones más importantes. Su única ventaja, para el dibujante, es que los círculos máximos de la esfera que corresponden a las rectas de la realidad se transforman en rectas dibujadas sobre la proyección. Pero ahora entendemos hasta qué punto tal ventaja práctica disimula la mala calidad del sistema en cuanto modo de representación de la realidad visible. [BARR1968]

Los autores proponen alternativamente el empleo de una "perspectiva curvilínea" basada en una variante (que simplifica también la construcción geométrica de los dibujos y resulta casi inapreciable) de la llamada "proyección de Guillaume Postel", caracterizada por un "defecto de similitud" mucho menor. La principal justificación, por tanto, para el empleo tradicional de la perspectiva

cónica clásica parece ser el hecho de que simplifica las construcciones geométricas y facilita el trabajo de el/la dibujante. De modo semejante, se puede suponer también que el motivo por el que los sistemas de gráficos por computadora no suelen emplear todavía proyecciones cónicas curvilíneas es en parte por eficacia algorítmica, y en parte para no decepcionar a los hábitos de los usuarios/as (el uso de grandes angulares y *ojos-de-peze* es uno de los muchos trucos poco apreciados por la crítica cinematográfica más *realista*). En cualquier caso, el procedimiento de representación empleado no es importante, dado que es relativo, lo más interesante sería aclarar hasta qué punto amoldamos artificiosamente nuestra percepción de alto nivel, y concretamente nuestras estrategias para resolver por ejemplo problemas arquitectónicos, al método de proyección.

M. C. Escher ya debía haber intuido los artefactos perspectivos mencionados cuando elaboró algunos bocetos y litografías usando puntos de fuga relativos y líneas curvas en vez de rectas: *Arriba y Abajo* (1947), *Partición cúbica con líneas curvas* (1951) y *Cubo de escalera* (1951) (en [ERNS1978] se explican estas construcciones perspectivas curvilíneas en función de proyecciones cónicas sobre un cilindro). Otro antecedente expuesto tanto en [BARR1968] como en [ERNS1978] es la miniatura de Jean Fouquet *Entrée de l'Empereur Charles IV à Saint-Denis* de alrededor de 1460. No muy sorprendentemente, sólo cerca del descubrimiento de la perspectiva cónica clásica (comúnmente atribuida a León Battista Alberti), y antes de que se perfeccionara, se pudieron entrever soluciones diferentes (Fouquet) al problema de ordenar sobre una superficie elementos visibles formando una imagen que procurara al espectador/a sensación de volúmenes y de espacio, según [BARR1968]. Los autores del libro indican que el progreso de la fotografía "relegó finalmente la perspectiva al ámbito de los problemas arcaicos", dado que ante dicho progreso muchos pintores modernos optaron por deformar subjetivamente sus imágenes, pero no para evidenciar la subjetividad de la perspectiva clásica, sino aceptándola implícitamente "como un modelo de referencia impersonal y objetivo", es decir, como la solución definitiva de un problema ya resuelto.

En [MITC1990] se afirma que los diseñadores/as expertos/as son a menudo muy habilidosos/as para utilizar bocetos primitivos como instrumentos evocadores, es decir, interpretándolos como si se tratara de proyecciones *con pérdidas* que representasen ambiguamente una estructura conceptual más compleja. Las múltiples maneras en que se pueden leer dichos bocetos evocan en la mente de los diseñadores/as conocimientos diferentes, y les sugieren modos distintos de perfeccionar y completar el diseño. Como se indicaba previamente, los diferentes miembros de un equipo de diseño pueden analizar un mismo dibujo de maneras diferentes, en función de sus intereses instantáneos y particulares, y descubrir conceptos o formas emergentes diversos. Según [JUN_1997], emergencia es el proceso por el cual ciertas propiedades implícitas de un modelo son descubiertas y representadas explícitamente (esta cuestión se trató ya al final de 1.5, representar algo explícitamente se refiere a disponer de un símbolo, un conjunto de restricciones o una estructura de datos específica que pueda representar esa propiedad emergente; desde el punto de vista del observador/a el grado de explicitud es una cuestión subjetiva). John S. Gero usa normalmente el término *función* para describir las intenciones y propósitos de un artefacto diseñado, *comportamiento* para describir cómo se realizan particularmente las funciones en cada diseño, y *estructura* para describir su composición formal. En este sentido, en [JUN_1997] se indica que, al observar un artefacto o un diseño, un espectador/a puede descubrir funciones, comportamientos o formas emergentes, no intencionados.

Al diseñar, la vaguedad y ambigüedad de los bocetos y los conceptos abstractos los convierte en medios eficaces de comunicación, tanto entre seres humanos como entre estos y computadoras, en presencia de conocimientos contextuales comunes que simultáneamente reduzcan la ambigüedad y sean *arrastrados* por dichas representaciones borrosas. En otras ocasiones, generalmente en ausencia de un contexto compartido, esa misma vaguedad y ambigüedad puede dificultar la comunicación, pero puede también facilitar y estimular la reinterpretación de los bocetos inducida por la insatisfacción con un estado intermedio de un diseño. Para avivar la tendencia de un observador/a a interpretar o analizar sus percepciones de múltiples maneras inesperadas

podrían utilizarse representaciones vagas, ambiguas o abstractas de cualquier tipo de modelo computacional. Precisamente, la estratagema de utilizar dibujos o esquemas como instrumento evocador de nuevas ideas, denominada a veces *razonamiento visual*, es empleada comúnmente para intentar resolver problemas mal definidos de cuyas soluciones se suele decir que deben ser descubiertas, inventadas o diseñadas.

Según [JUN_1997], los sistemas de diseño por computadoras actuales no asisten a los usuarios/as en la percepción de estructuras emergentes porque las representaciones que emplean no admiten fácilmente más que una interpretación, para la que fueron programadas. Un entorno de diseño asistido por computadoras que acomodara la colaboración sincronizada de varios miembros de un equipo de diseño debería disponer de una interfaz de usuario/a múltiple y un procedimiento para controlar el uso de una *pizarra* o espacio de trabajo compartido donde reside un modelo o varios modelos alternativos. En [JUN_1997] se menciona la posibilidad de que el sistema tuviera la capacidad de mantener diferentes *vistas* del modelo, gestionando automáticamente el modo en que interactúan directamente unas con otras (un enfoque integrado de esta cuestión ya se comentó en la p. 44; en [MAHE1993] se presentan consideraciones más detalladas sobre entornos compartidos de diseño asistido por computadoras). Sin embargo, el artículo se concentra en la descripción de un sistema de CAD con un simple plano de dibujo compartido entre varios diseñadores/as, habitado únicamente por segmentos lineales, que pudiera inducir y representar la percepción emergente de formas o agrupaciones diversas de dichos segmentos, o de patrones de nivel superior tales como simetrías axiales o rotacionales, ritmos, etc. Cada diseñador/a que observara el espacio de dibujo compartido podría interpretarlo de un modo diferente, a la que le debería corresponder una particular representación interna de dicho dibujo. El método propuesto consiste en que el sistema elabore una "re-representación canónica" del dibujo compartido, difuminando las diferentes interpretaciones posibles, y que tenga además la habilidad de traducir cada representación individual a esa re-representación general. La re-representación que proponen emplear para estimular la emergencia debería obtenerse a partir de cualquier

representación inicial mediante un proceso por el que las formas perdiesen parte de su estructura, de forma que se volvieran implícitas las estructuras que estaban representadas explícitamente. Concretamente, sugieren re-representar el conjunto de segmentos finitos del dibujo mediante un conjunto correspondiente de líneas prolongadas infinitamente (simulando el proceso de esbozado recursivo, mediante papeles translúcidos, tradicionalmente empleado por los diseñadores/as). A partir de la re-representación, cada diseñador/a podría proponer sucesivamente interpretaciones diferentes, para las que el sistema tuviera o pudiese generar plantillas apropiadas, y podría modificar el dibujo de acuerdo con ellas produciendo una nueva representación. Este enfoque que trata de inducir la vaguedad, y deja en manos de los usuarios/as la gestión limitada de las ambigüedades, es diferente al de los sistemas mencionados antes que pretendían reconocer formas o aspectos, eliminando las ambigüedades automáticamente. Lo que se propone en este artículo es un proceso de reconocimiento guiado por un usuario/a, o por varios/as actuando secuencialmente, que debe limitarse a analizar el modelo conforme a un conjunto de interpretaciones preprogramadas.

El caso anterior está basado en el procedimiento formal para descubrir automáticamente formas emergentes descrito en [GERO1993]. En este artículo se detalla un formato para la descripción precisa de formas, compuestas por segmentos lineales finitos, por medio de restricciones expresadas en términos de líneas infinitas. El proceso de reconocimiento se inicia a partir de un conjunto de formas que es re-representado rompiendo u ocultando las estructuras restrictivas dadas. A partir de esa re-representación desestructurada, se propone la aplicación de un procedimiento de búsqueda de abajo hacia arriba (*data-driven*, en vez de *hypothesis-driven* que consistiría en tratar de emparejar los datos en ciertos esquemas hipotéticos predeterminados, actuando de arriba hacia abajo), mediante la aplicación sucesiva de un conjunto de reglas formales generadoras capaces de construir nuevas estructuras de restricciones que representen explícitamente formas emergentes. Particularmente, mediante este proceso es posible descubrir nuevas formas inspiradas en las formas iniciales pero que se extiendan fuera de sus límites. Según se indica en el artículo, estas ideas

podrían emplearse en el desarrollo de sistemas de dibujo mediante computadoras capaces de asistir a los diseñadores/as durante la fase de dibujo conceptual, sugiriendo nuevas posibilidades adelantadamente.

Como se ha sugerido en capítulos anteriores, hay quienes afirman que los problemas de diseño arquitectónico son no descomponibles. Hay también quienes piensan que los conocimientos sobre diseño de arquitectura podrían articularse y estructurarse en forma de unos principios generales e invariantes de diseño. Según se indicaba en el capítulo anterior, las opiniones sobre arquitectura y urbanismo parecen tan variadas, en ocasiones incluso divergentes, y los criterios tan inconmensurables, que resulta difícil decir en qué consiste ser un experto/a en este campo, o qué conocimientos debería poseer un experto/a. De este modo, es casi imposible resistirse a la tentación de equiparlo con el subjetivo gusto estético sobre el que pesa el dicho popular: *sobre gustos no hay nada escrito*. Un enfoque detallado sugiere analizar el proceso mental de diseño como una serie de ciclos constituidos por las siguientes mini-etapas solapadas: reformulación del planteamiento y los requisitos del problema en función del estado actual del diseño, modificación de la solución tentativa y evaluación de dicha solución provisional. Este planteamiento tiene en cuenta un fenómeno que no se consideraba suficientemente en 1.2: el diseño no es sólo un proceso iterativo de prueba-y-error, con el que se intenta equilibrar un conjunto de desajustes posibles agrupados de un modo prefijado, sino que en cualquier momento es posible percibir nuevos posibles desajustes e interpretar los requisitos del problema o el estado del diseño analizándolos de un modo diferente e insospechado. Como se reconoce en [GERO1996], la percepción y el punto de vista de un diseñador/a cambia a medida que aprende más sobre las posibles soluciones de un problema de diseño, conforme explora las relaciones emergentes entre los proyectos tentativos y el contexto. Las modificaciones del diseño pueden compararse con la trayectoria móvil de un punto en un espacio que agrupe todas las variables que representen la estructura, comportamiento y función de dicho diseño. El diseño creativo podría caracterizarse entonces, según [GERO1996], por un cambio en dicho espacio de estados, bien mediante la adición de nuevas

variables, bien mediante la sustitución de algunas variables antiguas por otras nuevas, que correspondería al concepto de emergencia. De acuerdo con estas ideas, tal como se mencionaba también en la p. 88, el diseño creativo, no rutinario, se describiría como la perturbación de un esquema de acción predefinido para producir resultados inesperados e incongruentes, aunque comprensibles todavía en el contexto inicial o en un contexto desplazado.

En [GERO1996] se exponen algunas ideas generales sobre procesos computacionales que hipotéticamente permitirían simular los procesos de diseño creativo, la emergencia de nuevos esquemas y representaciones, y la adición o sustitución de variables. En [GERO1999] se detalla uno de dichos procesos que podría modificar el espacio de soluciones de un problema de diseño determinado introduciendo *creativamente* nuevas dimensiones de comportamiento importadas de un problema *análogo* (usando la palabra analogía en un sentido muy restringido y rígido). Inicialmente, tanto el problema objetivo, como un conjunto de problemas fuente, deberían ser representados mediante esquemas conceptuales de un modo determinado. Estos esquemas agrupan y relacionan las variables que deberían representar tanto la forma del diseño, como su comportamiento (desde luego, al elaborar cada esquema-representación se analiza a priori el conjunto de variables, condicionando de antemano las analogías que podrían descubrirse; en [HOFS1995] se detallan las limitaciones de algunos programas basados en un enfoque semejante, presuntamente capaces de hacer analogías). El proceso consistiría entonces en buscar semejanzas estructurales parciales entre el esquema correspondiente al espacio de búsqueda del problema inicial y los esquemas fuente, hasta encontrar el esquema fuente más similar al inicial. A partir del esquema fuente elegido, podrían exportarse al esquema inicial las variables de comportamiento que no correspondieran a ninguna variable previa de éste, proyectándolas de modo que pudieran expresarse en función de las variables estructurales o formales previas de dicho problema inicial.

En [PAPA1994] se describe una "arquitectura discursiva" para la generación de diseños, ideada a partir de la identificación de una serie de características de la propia actividad de diseño, en vez de partir del análisis de

ciertos proyectos existentes para tratar de capturar sus propiedades sintácticas. El enfoque propuesto por Pegor Papazian en el artículo reúne muchos aspectos mencionados previamente. Él argumenta en contra de las descripciones de grano fino del proceso de diseño como una sucesión de ciclos generación-evaluación o como un procedimiento de aproximaciones sucesivas. Dada la enorme cantidad, diversidad e inconmensurabilidad de los criterios con que podría ser evaluado un diseño de arquitectura, es totalmente irrealista creer que un diseñador/a es capaz de realizar una comprobación completa y objetiva sobre la marcha. Más aún, antes ya se indicaron las ineludibles dificultades que prácticamente imposibilitan la evaluación de un diseño en una etapa inicial sin presuponer su constitución final. Estas incertidumbres hacen también irrazonable suponer que cualquier proceso de diseño arquitectónico avanza aproximándose sucesivamente a un objetivo o una solución correcta. Hay que matizar que este planteamiento se refiere precisamente al proceso real auto-consciente descrito en la p. 23, que difícilmente convergería a una solución total, y no al proceso de aproximaciones sucesivas correspondiente a la descomposición ideal del problema según el método descrito en el capítulo 1.2. Por culpa de este ambiente de imprecisión parece exagerado hablar de ciclos de generación-evaluación o de prueba-y-error, y Papazian habla en cambio de una interacción diminutamente detallada entre *apreciación* y *know-how*. *Apresiasión* es el acto de evaluar vagamente un diseño en evolución, desde el punto de vista de unos pocos criterios dados, y *know-how* es el repertorio de estrategias heurísticas que se emplean para *mover* el diseño hacia otro estado procurando mejorar su rendimiento en términos de uno o varios de dichos criterios (los diseñadores/as hábiles serían capaces de efectuar *movimientos* que pretendieran optimizar varios criterios simultáneamente, por ejemplo al agregar o modificar un componente multi-funcional). De este modo, Papazian describe el proceso de diseño como una sucesión de ciclos *ver-mover-ver*. El diseño puede ser apreciado en términos de muchos criterios distintos correspondientes a diferentes puntos de vista. Se acepta por tanto la multiplicidad semántica tanto del artefacto como de los documentos de diseño, que pueden ser interpretados y analizados de modo que sus componentes y relaciones sean asociados a

diferentes significados. Los documentos de diseño convencionales no pueden hacer explícitas todas las intenciones y restricciones que se consideraron al crear y relacionar sus elementos, y éste es precisamente el objetivo, quizás inalcanzable, de los modelos globales de datos de CAAD.

Como se explicaba antes, la naturaleza discontinua de las interpretaciones de un dibujo a cargo de un observador/a, por el desplazamiento de su foco de atención hacia diferentes sub-formas hasta verlas como cosas diferentes, es responsable del descubrimiento de conceptos o formas emergentes diversos. Según [PAPA1994], la evaluación y los *movimientos* que dinámicamente realizan los diseñadores/as están basados en el enfoque de un número limitado de componentes y criterios. El camino seguido por este proceso dinámico está guiado por los desplazamientos del foco de atención que tienen lugar cuando el diseñador/a descubre una oportunidad de explotar otra serie de significados y criterios implícitos o explícitos, y es distraído por ellos, analizando el diseño desde otro punto de vista. En el artículo se afirma que este proceso tiene en cuenta naturalmente una importante, aunque a menudo despreciada, causa de desplazamiento del foco de atención, la distracción, que típicamente tiene una connotación peyorativa pero que es esencial para explotar oportunidades imprevistas. Papazian supone por tanto, que la fuerza básica detrás del proceso de diseño no es un conjunto de objetivos que el diseñador/a está intentando alcanzar en cualquier momento. Puesto que las tareas de diseño típicamente están mal definidas (en muchos casos están sobredeterminadas o inconsistentemente restringidas) y dada la inconmensurabilidad de los diferentes criterios de evaluación, es insostenible suponer que cada *movimiento* realizado tradicionalmente por un diseñador/a es universalmente positivo, y además sería improductivo pretender que fuese así. Estas ideas se apoyan en la observación del comportamiento de algunos diseñadores/as, que fueron invitados a modificar una composición bidimensional libre de rectángulos procurando hacerla "más estable", de tal modo que resultaba patente cómo dichos diseñadores/as se *desplazaban* distraídamente de unas metáforas a otras. Quizás esta perspectiva resulte excesiva, en cualquier proceso de diseño de arquitectura existen algunas restricciones ineludibles, aunque sean poquísimas y el arquitecto/a pueda

vulnerarlas ocasionalmente en las etapas intermedias. Comúnmente además, el proceso está controlado en la mente del diseñador/a por la inercia de ciertas estructuras conceptuales previas, que limitan las posibilidades de distracción al determinar qué interpretaciones y restricciones son más o menos relevantes y cuáles quedan excluidas del proceso, y por la limitación del número y el alcance de los bucles de realimentación entre las diferentes interpretaciones. A los ojos de muchos, estas restricciones y estructuras persistentes pueden parecer objetivos de diseño. A quienes creen en las viejas mitologías sobre la creatividad, la intuición, la inspiración o el *toque mágico*, en cambio, podría parecerles poco romántica la idea de que los diseñadores/as emplean unas estrategias de búsqueda basadas en el oportunismo y la distracción, ante su incapacidad para contemplar los problemas de diseño de un *vistazo*.

Las ideas expuestas previamente son puestas en práctica en un sistema *discursivo* cuya arquitectura se describe en [PAPA1994]. El sistema consta de cuatro módulos principales: el *forum*, el *árbitro*, la *persona* y el *gestor de enfoque*. La *persona* a su vez consta de varios módulos temáticos, posiblemente redundantes, cada uno de los cuales extrae una *vista* (en sentido amplio) del modelo, lo aprecia conforme a dicho punto de vista y propone un *movimiento* (una transformación paramétrica comúnmente) a partir de su *know-how* específico, enviando el diseño modificado al *forum*. El *árbitro* entonces trata de "consolidar" las propuestas de los distintos módulos contenidas en el *forum*, buscando *movimientos* simultáneos, y eligiendo finalmente una de ellas como el nuevo estado del modelo. Cada *movimiento* está asociado a varios factores que ponderan: su grado de simultaneidad, la premura asignada por el módulo temático correspondiente a dicho *movimiento* y la preferencia de la *persona* por ese módulo temático en cada instante. Sin embargo, la intención de Papazian no es que el sistema tome decisiones promediando de una forma predeterminada esos índices, lo cual violaría el principio de incommensurabilidad, sino que pretende que la apreciación de cada módulo temático afecte al enfoque del sistema, y que éste juegue el papel decisivo en la selección del siguiente estado candidato. De este modo, el *gestor de enfoque* determina en qué componentes del modelo deberían concentrarse predominantemente ciertos módulos, en

función de los *movimientos* anteriores y de la propia premura de dichos módulos por modificar determinados componentes, iluminando así distraída y oportunistamente ciertos puntos de vista e intenciones de diseño. El *gestor de enfoque* se encarga también de modificar los factores de premura de cada módulo conforme a unas reglas características de la *persona*.

En el artículo se detalla la aplicación de esta arquitectura a un sistema de composición de masas, capaz de generar agrupaciones de prismas ortogonales de diversos tamaños apoyados sobre un plano, que se ajusten a una serie de principios formales generales. Éste es precisamente otro de los objetivos expuesto en [PAPA1994]: que el sistema funcione conforme a principios de ordenación generales, y reutilizables por tanto, sin necesidad de pre-codificarlos específicamente en un conjunto de reglas gramaticales formalizadas. En este sentido, se parece a los sistemas desarrollados por el FARG, descritos al final de 1.6, pues el objetivo no es la solución del problema concreto (que seguramente podría obtenerse fácilmente mediante un método *más algorítmico*), sino la implementación de un sistema capaz de efectuar transformaciones de modo *robusto, dinámico, versátil* y espontáneo, en un dominio regulado relativamente. Al estar basado en principios generales, el sistema *discursivo* parece tener la habilidad necesaria para encargarse de diseños parciales, lo cual es un rasgo especialmente útil en un *terreno* del que es imposible obtener una visión global, como el diseño de arquitectura. Particularmente, la característica de permitir un *deterioro* del estado del modelo, creando al mismo tiempo nuevas posibilidades de mejoras posteriores, especialmente al trabajar con problemas sobredeterminados, permitiría al sistema en ciertas ocasiones escapar fluctuantemente de los máximos locales. Las rutas de búsqueda de este sistema *discursivo* parecerían impredecibles, por el desplazamiento de foco tanto al nivel de componentes del modelo como al nivel de módulo temático, y por la posibilidad de consolidar múltiples movimientos cooperantes en uno solo indeterminando la inversión del proceso. Dado que, según se afirma en el artículo, el sistema no está programado para garantizar la obtención de una solución óptima o la satisfacción de ciertas restricciones, sino para comportarse con dinamismo y espontaneidad, no es sorprendente que no suela quedarse

bloqueado en ciclos de oscilaciones fácilmente observables, como les sucede frecuentemente a otros sistemas que tienden con una intensidad mucho mayor hacia un objetivo (tales como sistemas generadores comunes y métodos de solución de restricciones o de búsqueda basada en la optimización de ciertos parámetros, "escalando colinas"). Las ventajas prácticas, indicadas en [PAPA1994], obtenidas al permitir que los módulos temáticos sean redundantes, es decir que no sean verdaderamente modulares, son la simplificación del trabajo de añadir nuevos módulos y el aumento de la robustez al sistema. Si dos módulos comparten la capacidad de mejorar determinado aspecto del diseño, el hecho de que el foco del sistema no apunte a uno de ellos no imposibilita definitivamente que tenga lugar dicha mejora. De este modo el comportamiento del sistema simula el escenario descrito en la p. 23. Sucesivamente, el sistema actúa conforme a un conjunto reducido de criterios aplicando un número pequeño de métodos heurísticos, correspondientes a ese punto de vista particular, para resolver un subconjunto de posibles desajustes. Si la tarea global no se ha repartido adecuadamente, no redundantemente, entre los diferentes módulos o agentes, nada impide que cada uno de ellos alternativamente desajuste los aspectos que habían sido ajustados previamente por los demás, imposibilitando la convergencia hacia un estado multi-consistente en un tiempo razonable.

En [HEND1997] se describen también los primeros pasos hacia un modelo conceptual global orientado a objetos que intente abarcar todos los aspectos de los procesos de diseño arquitectónico desde su fase inicial. Puesto que se pretende que el modelo no delimite el proceso de diseño, se plantea que los arquitectos/as deberían poder explorar diferentes posibilidades formales en las etapas iniciales sin sentirse entorpecidos por la necesidad de conectar consistentemente desde el principio los objetos-espacio y los objetos-elemento-constructivo. Se propone por tanto un mecanismo que permita que los objetos-espacio puedan existir sin necesidad de definir las entidades que los limitan y que los objetos-elemento-constructivo puedan existir sin definir un espacio encerrado. Dado que no es posible responder de un modo prefijado a la cuestión ¿en qué momento preciso una línea se convierte en una pared para el arquitecto/a?, se pretende que el diseñador/a defina este momento de transformación. Otro aspecto destacable de este modelo es que trata de representar espacios con diferentes grados de explicitud. Para ello, además de objetos representando 'límites espaciales físicos', se emplean objetos 'límite espacial imaginario' (áreas abstractas que no corresponden a objetos reales), que hacen posible la existencia en el modelo de espacios con diferentes 'niveles de encerramiento'.

En [KOUT1993] se ofrecen nuevos puntos de vista sobre la "vieja ambición" de integrar capacidad de análisis y diagnóstico en los sistemas de CAAD. El enfoque idealista de esta cuestión, mencionado varias veces en esta tesis, aspira a la elaboración de un formato de representación global sistematizado y estándar de los modelos y los conocimientos arquitectónicos (pp. 6, 45, 48, 77 y 127). Desde luego, parece utópica la elaboración de una estructura conceptual que pre-codifique explícitamente todas las relaciones y restricciones que podrían tener repercusión en la elaboración, evaluación, fabricación y utilización de un diseño, es decir, que englobe de una vez todos las soluciones válidas a los problemas arquitectónicos. Ese hipotético modelo global debería además comprender todos los casos particulares posibles, o más bien debería ser suficientemente *dúctil* como para poder ser adaptado a ellos, flexibilizando ciertas restricciones si fuera necesario y reagrupando sus componentes de forma adecuada a cada problema específico. Si se diera este último supuesto, tal vez podría ser empleado con cierta eficacia para resolver cualquier problema de diseño particular, partiendo desde cero y evaluando sobre la marcha las implicaciones de cada decisión. Pero incluso aunque pudiera elaborarse un modelo casi global, comúnmente sería inmanejable para cualquier equipo de diseñadores/as sin una gran *colaboración* de la computadora. Sólo si el modelo estuviese adecuadamente descompuesto, y suponer que esto es posible a priori es también bastante dudoso, podría ser manejado por un grupo de agentes actuando casi independientemente. El proceso de comunicar explícitamente todos los datos de un modelo global a una computadora, sin su *colaboración*, aún cuando existiese y se hubiese descubierto una descomposición adecuada y pudieran introducirse eligiéndolos progresivamente sin innumerables idas y vueltas, sería una tarea tediosa y redundante, incluso más que la elaboración de la documentación tradicional de un proyecto de arquitectura, en la que multitud de aspectos permanecen implícitos. La extracción de representaciones parciales del modelo global en forma de *vistas* y niveles de abstracción, sería imprescindible para que cualquier persona participante en el diseño pudiera *contemplarlo*, agrupando algunos puntos de vista particulares en una especie de *collage* mental, dada la limitada capacidad

de la memoria *a-corto-plazo* de los seres humanos. Si pudiera elaborarse ese utópico modelo global, para extraer una *vista* sólo habría que seleccionar ciertos componentes y relaciones ya explícitos en dicho modelo.

Desde luego, la utilización de *vistas*, geométricas fundamentalmente, ha sido la práctica dominante en el diseño por medios convencionales dadas las limitaciones mencionadas de la memoria *a-corto-plazo* humana y de los medios de representación tradicionales. Las proyecciones ortográficas, especialmente las plantas y secciones, son las representaciones principal y tradicionalmente empleadas en la enseñanza de arquitectura, tanto para la presentación de los trabajos de los/las estudiantes ante los profesores/as como para la transmisión de información de profesores/as a alumnos/as, lo cual podría constituir un círculo vicioso, según [KOUT1994].

En [PELL1999] se afirma que los organigramas son herramientas imprescindibles para concebir un proyecto arquitectónico, pese a que en ocasiones tengan un carácter implícito, por ejemplo los diagramas de contigüidad y conexión entre habitaciones comúnmente denominados esquemas topológicos (puesto que relacionan objetos abstrayéndose de sus propiedades geométricas particulares). Dado que un edificio puede describirse según infinidad de puntos de vista heterogéneos, es posible caracterizarlo mediante "estructuras jerárquicas inestables" representadas por medio de organigramas de diferentes formas "acoplados entre sí y parcialmente solapados", que informen sobre distintos aspectos. Lamentablemente, los arquitectos/as y las personas encargadas de evaluar los proyectos arquitectónicos suelen preferir el uso de la intuición al empleo de estos métodos explícitos y eficaces de análisis, que exigirían un trabajo previo pesado y aparentemente redundante. Aunque sólo fuese por este motivo, ya sería interesante que los ordenadores pudieran encargarse automáticamente de hacer explícitos esos organigramas o *vistas*. Como se indica en [PELL1999], estos diagramas, "cuya simplicidad estructural permite retener cierta visión intuitiva de la realidad", se pueden modelar matemáticamente por medio de grafos para los cuales es posible calcular ciertas medidas características y formalizar ciertas relaciones de invarianza. Al mismo

tiempo, se advierte sobre el uso inadecuado de estas representaciones simplificadas, obtenidas mediante la sustracción de ciertos datos:

La restricción a un objeto simple es también el principal inconveniente al existir el peligro latente de empobrecer demasiado la representación de la estructura real ... El tránsito del proyecto al grafo asociado significa una pérdida de información, pues únicamente se conserva la estructura de los elementos recogidos en el proyecto. [PELL1999]

Dado el fracaso de los intentos de definir una representación holista del diseño que fuera además manejable por seres humanos, en [KOUT1993] se plantea como alternativa el uso y manipulación inteligente de múltiples representaciones o *vistas* particularmente adaptadas a específicos aspectos del diseño. Las *vistas* no geométricas del modelo deberían extraerse a partir de las representaciones geométricas utilizando sistemas automáticos con capacidad para reconocer aspectos apropiados. En [KOUT1994] se propone un escenario hipotético general en el que la capacidad de reconocimiento automático de las computadoras las convertiría en eficientes e inteligentes asistentes que se anticiparan y colaboraran en las actividades del arquitecto/a mientras diseña. Los ordenadores con capacidad de *visión* artificial podrían interpretar los datos introducidos por el usuario/a y su interacción con la máquina, propagar los cambios a varios niveles, sugerir y ejecutar correcciones, elaboraciones y otras modificaciones. Más aún, la habilidad de tales sistemas para hacer explícitos los conceptos y relaciones que interesan a los arquitectos/as pero que suelen permanecer implícitos en las representaciones visuales convencionales o digitales, simplificaría enormemente el proceso de introducir y manipular la información en la computadora. Un sistema computacional que mantuviese coordinadas diferentes *vistas* de un modelo tendría que poder reconocer automáticamente, identificar y asociar los aspectos relacionados en las distintas representaciones. Este capítulo 1.8 está dedicado en parte precisamente a describir algunas de las técnicas y de las limitaciones que deben considerarse para estimar la factibilidad del escenario comentado. Debe quedar claro que poder mantener la consistencia entre múltiples *vistas* de un modelo, a diversos niveles de abstracción, propagando los cambios de unas a otras, es equivalente

a ser capaz de hallar autónomamente la solución correcta a problemas arquitectónicos. Alexander Koutanamis afirma que el principal obstáculo para el uso de múltiples representaciones en el diseño asistido por computadoras es precisamente la coordinación entre ellas y la comunicación a todas las representaciones de las modificaciones efectuadas por el diseñador/a a partir de una de ellas. Realmente, un hipotético mecanismo capaz de realizar esa tarea ocuparía el mismo papel que se le asignaba al hipotético modelo global mencionado antes. En [KOUT1993] se expone también una idea desarrollada previamente en este capítulo: la mayor o menor correlación entre las diferentes representaciones empleadas comúnmente por los diseñadores/as puede ser una fuente de inspiración arquitectónica e innovación, dado que permite la abstracción selectiva de algunas características del diseño y de este modo la asociación con imágenes y conceptos inicialmente no relacionados.

En [KOUT1993] se describe específicamente un sistema capaz de abstraer un esquema topológico de adyacencia y conexión entre espacios, a partir de un dibujo de la planta (representación geométrica) de un edificio convencional con paredes ortogonales, empleando técnicas de visión por computadora. La representación derivada de ese análisis tendría el nivel de abstracción apropiado y sería especialmente adecuada para la evaluación automática de ciertos aspectos dinámicos del diseño de la planta correspondiente, tales como la circulación de personas y objetos (y su evacuación en caso de catástrofe), la transmisión del sonido o la distribución del aire. A partir del plano digitalizado y esqueletizado, los espacios interiores podrían ser reconocidos empleando una clasificación tipológica de las esquinas y analizando las conexiones entre las esquinas de diferente tipo del plano (aplicando un proceso semejante al utilizado por David L. Waltz para la reconstrucción de objetos tridimensionales, descrito al principio del capítulo [WALT1982]). Cada espacio interior sería representado como un nodo de un grafo, y las relaciones de adyacencia y conexión estarían representadas por los vínculos del grafo. Para reconocer qué espacios son adyacentes, el sistema podría buscar líneas que limitasen varios espacios en el plano esqueletizado, y para descubrir los accesos directos entre espacios adyacentes podría buscar en

la imagen original puertas, o aperturas de función similar, mediante una técnica de emparejamiento de plantillas.

En [KOUT1994] se distinguen tres niveles de abstracción típicos a los que podría actuar un sistema de reconocimiento automático de dibujos arquitectónicos digitalizados: elementos geométricos, elementos constructivos (como paredes, columnas, puertas o ventanas) y articulación espacial (que era el tema de [KOUT1993], descrito en el párrafo anterior). En un plano de la planta de un edificio, por ejemplo, los elementos geométricos son usados para representar elementos constructivos, y estos a su vez son usados para limitar espacios. Para reconocer elementos constructivos a partir de los símbolos de un dibujo arquitectónico se propone el empleo de *plantillas deformables*, similarmente a como se usan en los sistemas de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) basados-en-plantillas. Del mismo modo que la descripción espacial mencionada en el párrafo anterior sería especialmente adecuada para la evaluación de ciertos aspectos circulatorios de una planta, una descripción en términos de elementos constructivos sería adecuada para la evaluación de otros aspectos tales como el coste, y el comportamiento estructural y térmico (por ejemplo, muchos sistemas de CAAD actualmente comercializados, como los descritos al principio de 1.3.2, pueden elaborar presupuestos casi automáticamente, y en la p. 136 se mencionaba un sistema que trataba de reconocer componentes y aspectos estructurales). Al final de [KOUT1994] se sugiere otra aplicación más que podrían tener los sistemas capaces de reconocer automáticamente la articulación espacial y los elementos constructivos de un edificio a partir de modelos o dibujos: el control de procesos de fabricación (CAM) y el guiado de robots autónomos empleados para la construcción, gestión, supervisión y mantenimiento de edificios. En [GROS1992] se propone utilizar los esquemas de conexiones espaciales para programar modelos que hipotéticamente simulasen el comportamiento de las personas cuando intentan orientarse y encontrar su camino al visitar un edificio por primera vez, y que pudieran utilizarse para pre-estimar los problemas de orientación que podría ocasionar cada diseño. Este enfoque presupone que las personas recorren los edificios desconocidos basándose en expectativas genéricas acerca de la distribución de espacios, y

que estas expectativas podrían codificarse y recuperarse de una memoria de casos previos empleando esquemas de conexión espacial.

En otro artículo de A. Koutanamis de 1993 [KOUT1993], se explora el papel que debería desempeñar la abstracción en la programación de sistemas para el reconocimiento automático de imágenes arquitectónicas digitalizadas. Su intención es incrementar la correspondencia entre la estructura lógica de las representaciones arquitectónicas usadas por las computadoras y las estructuras conceptuales empleadas por los mecanismos perceptivos humanos, caracterizados por un juego intrincado entre las resoluciones gruesas y finas, entre la visión lateral y la visión foveal. En el artículo se menciona el ímpetu actual en el estudio del binomio abstracción/resolución y en el desarrollo de técnicas de compresión para el almacenamiento eficaz y procesamiento veloz de imágenes digitales, dada también la limitada resolución de los sentidos artificiales usados por los sistemas de visión por computadora. Concretamente, se comentan dos técnicas relacionadas con la elaboración de imágenes abstractas: la representación de imágenes mediante descripciones multi-nivel generadas a partir de muestreados a diferentes niveles de resolución, y la *esqueletización* de los dibujos basados en líneas. En este sentido, en el artículo se propone que mediante el uso de abstracciones organizadas jerárquicamente a múltiples niveles podrían reflejarse las interrelaciones entre las decisiones tomadas por un diseñador/a a diferentes niveles de abstracción y podrían iluminarse ciertos elementos del marco conceptual del diseño. Finalmente se especula también sobre la posibilidad de representar formas, no mediante descripciones a niveles de abstracción específicamente fijados sino más flexiblemente, aplicando los principios que subyacen ciertos esquemas jerárquicos adaptativos, tales como los *quadtrees*: cada elemento de una descripción tiene ciertos niveles de abstracción asociados con él, mientras que la descripción global no está dividida en niveles arbitrarios.

En la IA tradicional, la cuestión clave enfatizada es que el agente tiene un modelo interno correcto, completo - una copia precisa del entorno (con todos sus objetos y relaciones) dentro del sistema, en la que el sistema puede confiar para predecir cómo deben ser resueltos los problemas.

En cambio, en la investigación sobre una agente se hace poco énfasis en el modo de su mundo. En primer lugar, no existe una representación central compartida por los diferentes módulos. El sistema tampoco intenta integrar la información de los diferentes sensores en una interpretación coherente y objetiva de la situación existente. En vez de ello, cada uno de los módulos orientados a tareas representa localmente todo lo que necesita representar para alcanzar los objetivos que son de su competencia. Las representaciones localizadas de los diferentes módulos no están relacionadas y podrían ser inconsistentes o redundantes unas con otras. [MAES1997]

Los candidatos a capitán del *Enterprise* fueron invitados a participar en el concurso para diseñar un nuevo *palacio-de-congresos-y-arte-antiguo-y-moderno* en la ciudad. Kirk usó una estrategia similar a la que utilizaron los demás concursantes, pero él tenía determinadas circunstancias a su favor que le permitieron emplear esa estrategia de una forma muy arriesgada. Cuando las reglas del juego le condujeron a una situación aparentemente imposible de solucionar, decidió concentrarse sólo en un subconjunto de las reglas, dejando las otras apartadas, como seguramente hicieron también los demás concursantes. Pero a diferencia de ellos, Kirk optó por vulnerar la regla principal del concurso, sin disimulos, saltando de ese modo fuera del sistema... Tanto, que hasta se salió de la parcela y se fue a la de al lado. Así pudo desactivar desde el exterior el resto de las reglas y a los miembros del jurado responsable de dichas reglas, que no debían estar demasiado seguros de ellas, ni de sí mismos. De esta manera Kirk ganó el juego, y fue elegido finalmente nuevo capitán del *Enterprise*.

La elevación de los mecanismos de implementación tales como líneas y superficies a la categoría de primitivas del diseño arquitectónico es sintomático de dos condicionantes generales de la computerización de la arquitectura. El primero es que la mayoría de las técnicas digitales son transferencias directas de prácticas analógicas. Esto casi siempre incluye la aceptación no cuestionada de los mecanismos de implementación de la representación analógica como la base de su equivalente digital. El segundo condicionante es la subyacente e intrínseca tendencia que confunde los mecanismos de implementación y las técnicas de visualización con la forma espacial y su percepción. El uso de espacios y elementos constructivos como primitivas básicas de la representación del diseño arquitectónico es obviamente demasiado prosaico para permitir las asociaciones cogidas por los pelos y las metáforas vagas que pueden acomodarse fácilmente en justificaciones geométricas neutrales. La principal consecuencia de lo anterior es la debilitación del nivel simbólico de las representaciones arquitectónicas y en particular de las relaciones entre las entidades o aspectos descritos... Alexander Koutanamis

Y volvamos otra vez a Japón! Porque el método cinematográfico se usa en las escuelas japonesas para enseñar el dibujo.

¿Cuál es nuestro método para enseñar a dibujar? Coger un pedazo de papel blanco con cuatro esquinas, luego rellenarlo, casi siempre sin usar reglas (la mayor parte de veces grasientas por su largo uso), con una caríatide aburrida, un afectado capitel corintio o un Dante de yeso.

Los japoneses emplean un método completamente distinto. Aquí tenéis la rama de un cerezo. El discípulo recorta de éste, entero, con su cuadro, un círculo y un rectángulo, unidades compuestas.

[De este modo encuadra un plano!]

Estas dos maneras de enseñar a dibujar pueden caracterizar las dos tendencias básicas que luchan en el cine de hoy. Una es el método expirante de la artificial organización de un hecho frente a la lente. El otro es una selección hecha por la cámara: organización por medio de ésta. Recordando un fragmento de realidad con el hacha de la lente. Sergei Eisenstein

Considerese, por ejemplo, el simple hecho de que a partir de un conjunto de requerimientos aparentemente idéntico, diferentes diseñadores/as (o el mismo diseñador/a) casi siempre proponen diseños variados.

... la violación de los criterios explícitos. Considerese el caso de un arquitecto/a encargado de diseñar una residencia con tres dormitorios y un dormitorio para invitados/as, que presente al cliente un diseño que omita el dormitorio de invitados/as. No sólo éste es un escenario plausible, sino que también es posible que el/la cliente aceptara alegremente el diseño, por la misma razón que el arquitecto/a lo propuso. No porque fuera imposible satisfacer todos los requerimientos del cliente y el dormitorio de invitados/as fuese el sacrificio 'óptimo'. Sino porque el diseñador/a construyó un sistema de criterios y un artefacto que los satisficiera de una forma coherente e interesante. El dormitorio de invitados/as fue sacrificado atendiendo a algún sistema o conjunto de valores descubiertos con el cual era incompatible. [PAPA1994]

Los mecanismos de concepción se mantienen en gran medida implícitos. Son tan numerosos los parámetros que se precisan para dar coherencia al proyecto, que los arquitectos no siempre controlan las soluciones aportadas y con demasiada asiduidad responden que una idea se les ocurrió por pura "intuición". Tienen conciencia de algunas reglas e ignoran muchas otras. [PELL1999]

... plano general), la otra, que una escena debe comenzar con la siguiente...

Griffith decidió dar un paso revolucionario y adelantó la cámara más cerca del actor para que los espectadores pudieran observar de cerca su pantomima. Antes no se le había ocurrido nunca a nadie cambiar la posición de la cámara a media escena.

Una máquina que tuviera una llave de "encendido" (que es el mando más elemental) individual para cada una de las cuadrículas de un retículo de 200x200 permitiría sin duda definir cualesquiera de las A mostradas, pero eso no impediría que retocando los mandos no aparecieran también imágenes de la B, de la Z o de mi abuelita. La cuestión de definir un sistema de controles que por distinta graduación pueda engendrar todas las A que vemos, más todas las interpolaciones entre ellas (así como todas las extrapolaciones en todas las direcciones posibles), y todo ello sin hacernos salir del espacio de Aes reconocibles, es cosa totalmente distinta, y enormemente más complicada. [HOFS1982]

Esta transición de una escena a otra es un torrente de críticas sobre Griffith.

El primer factor que nos atrajo en el método del primer plano fue el descubrimiento de su particularmente sorprendente faceta: la de crear una nueva cualidad del entero por medio de una superposición de las partes separadas. Sergei Eisenstein

... Hay aquí el mismo defecto: una falta de habilidad en convertir un fenómeno en algo abstracto, sin cuyo requisito no puede extenderse fuera de la estrechez representacional. Por esta razón no podemos resolver ninguna «supra-representacional» tarea de «transferir» (metáfora).

Sólo al separar el «calor» de lo que señala un termómetro podemos hablar de «sensación de calor». Sergei Eisenstein

La percepción de la realidad y por esta razón si se sumerge a alguien en un medio acústico y se cortan las sensaciones normales, visuales, auditivas, táctiles se induce un estado semejante a una alucinación. Por otra parte, me fascina la dimensión creativa de los sueños. De noche todos somos artistas, incluso la gente menos imaginativa tiene sueños portentosamente creativos. Hay una libertad maravillosa en los sueños, algo no permitido en las demás esferas, una libertad que viene posibilitada por el hecho de que el cuerpo se encuentra paralizado y el movimiento inhibido. Se podría decir que soñar es el modo fundamental de ser humano. Es una necesidad tan primaria en el plano biológico y neurológico, que si se nos privara de ella, sencillamente enloqueceríamos.

Tolerancias, tolerancias, tolerancias: Como en muchas otras aplicaciones para análisis de imágenes, a menudo terminamos con montones de márgenes de tolerancia ad hoc. ¿Qué es una línea gruesa y qué es una línea fina? ¿Cuál es el tamaño más grande para que un componente conexo sea un carácter? ¿Cuál es la tolerancia angular para que dos segmentos estén alineados? Y más, y más, ad nauseam. En la mayoría de los casos, estos umbrales son determinados de un modo muy empírico. Lo que necesitamos son métodos para caracterizar el comportamiento de nuestros algoritmos, para determinar lo más automáticamente que fuera posible la mayoría de las tolerancias, y para analizar la influencia que cada umbral de tolerancia tiene sobre los demás. [TOMB1997]

vertiginoso ritmo de los pistones industriales. ... ciudadano?), se basa en cierta idea de la descentralización urbana y su sustitución por una red de ciudades habitables, de tamaño comprensible y decente. La vieja idea de que, una vez urbanizado el mundo, hay que "desurbanizarlo" para crear redes y no monstruos, reemerge

una "ciudad de ciudades", una polis común pero con sus lugares habitables y autónomos. ... desea acabar con la dicotomía centro y periferia, repartir dignidad cívica así como lo que suele llamarse calidad de vida. Su argumento

... la iluminación artificial y los decorados se usan para incrementar la similitud con la escena descrita en el guión. En el estudio no sólo todo es artificial, sino que también está oportunamente fragmentado para minimizar el coste sin pérdida de efectividad y eficacia. Alexander Koutanamis

hay que reconocer que, cada vez que un algoritmo saca partida a la coherencia, depende del resultado de los cálculos previos; si se pretende explotar el paralelismo, suele ser necesario ignorar algún tipo de coherencia que podría ser útil en otro caso

la idea fundamental de las descripciones de imágenes basadas en quadrees es que muchas regiones de la imagen son aproximadamente constantes o coherentes, y de este modo puede aceptarse que todos los pixels de dicha región sean representados por el mismo valor

El primer factor que nos atrajo en el método del primer plano fue el descubrimiento de su particularmente sorprendente faceta: la de crear una nueva cualidad del entero por medio de una superposición de las partes separadas. Sergei Eisenstein

... Hay aquí el mismo defecto: una falta de habilidad en convertir un fenómeno en algo abstracto, sin cuyo requisito no puede extenderse fuera de la estrechez representacional. Por esta razón no podemos resolver ninguna «supra-representacional» tarea de «transferir» (metáfora).

Sólo al separar el «calor» de lo que señala un termómetro podemos hablar de «sensación de calor». Sergei Eisenstein

La percepción de la realidad y por esta razón si se sumerge a alguien en un medio acústico y se cortan las sensaciones normales, visuales, auditivas, táctiles se induce un estado semejante a una alucinación. Por otra parte, me fascina la dimensión creativa de los sueños. De noche todos somos artistas, incluso la gente menos imaginativa tiene sueños portentosamente creativos. Hay una libertad maravillosa en los sueños, algo no permitido en las demás esferas, una libertad que viene posibilitada por el hecho de que el cuerpo se encuentra paralizado y el movimiento inhibido. Se podría decir que soñar es el modo fundamental de ser humano. Es una necesidad tan primaria en el plano biológico y neurológico, que si se nos privara de ella, sencillamente enloqueceríamos.

En [AHSO_] se describen dos técnicas complementarias ("variaciones") para el análisis de alto nivel de dibujos arquitectónicos. Seguramente, según se indica, una de las razones por las que este tema no ha recibido la misma atención que el reconocimiento de dibujos y la reconstrucción automatizada de objetos tridimensionales en otros ámbitos técnicos, es porque el análisis preciso de los dibujos arquitectónicos es mucho más difícil, dado que el diseño en este campo está a medio camino entre la ingeniería y el *arte*, y por tanto sus representaciones son muy heterogéneas y no se atienen a una normalización rígida. Los dibujos de ingeniería representan materia organizada de formas determinadas constituyendo máquinas, instrumentos o dispositivos. Por el contrario, una característica específica y obvia del diseño arquitectónico es que trata primordialmente sobre la disposición de espacios que permitan la estancia y el desplazamiento de las personas, de tal modo que el espacio vacío circunscrito es incluso más importante que la materia limítrofe.

El método propuesto por A. Koutanamis, mencionado antes, permitía analizar plantas arquitectónicas sumamente convencionales procurando emparejar componentes del dibujo con sólo seis plantillas-tipo de elementos constructivos, incluidas todas las posibles reflexiones y rotaciones de 90°, y delineando a continuación los espacios del edificio siguiendo los elementos reconocidos y localizando esquinas sucesivas a 90° y 270°. Las técnicas desarrolladas y descritas en [AHSO_] parten de un dibujo digitalizado de una proyección ortogonal vertical de un edificio común, una planta, y la procesan a bajo nivel segmentándola, esqueletizándola, vectorizándola y detectando los arcos de círculo que pudiera contener. A continuación, agrupan los arcos y segmentos en aspectos de nivel superior denominados "bucles significativos": secuencias de segmentos delineando dos y sólo dos regiones geográficas. Al procesar, a continuación, estas primitivas superiores se puede emplear tanto la información topológica extraída sobre inclusión y yuxtaposición, como información geométrica acerca del área de los bucles, del paralelismo de sus segmentos, etc. La primera técnica de análisis implementada por los autores del artículo busca símbolos más o menos estándar, basándose en la estructura geométrica del dibujo identificada en el análisis previo, para intentar descubrir

paredes, puertas y ventanas. La segunda aplica un "análisis espacial", adaptado a la naturaleza particular de los diseños arquitectónicos buscando, entre los "bucles significativos" mayores, aquellos que puedan ser reconocidos como habitaciones y propagando el análisis de estas habitaciones a las paredes. Sólo aquellos bucles que contengan algún segmento que haya sido usado en el reconocimiento de puertas o ventanas serán etiquetados como genuinas habitaciones. Los autores del artículo plantean la posibilidad futura de integrar las dos técnicas, la que pretende descubrir elementos constructivos y la basada en un análisis espacial, para que cooperen propagando de un nivel a otro los aspectos reconocidos.

MÉTODOS Y RESULTADOS

El enfoque adoptado en el trabajo de investigación que da lugar a la presente tesis es semejante al propuesto por Alexander Koutanamis, comentado al final de 1.8, aunque con un alcance más general. Esta orientación no plantea la elaboración de un modelo global adecuado para el diseño arquitectónico, sino que se concentra alternativamente en ciertos aspectos particulares y básicos de dicho dominio. En cualquier caso, a lo largo de las explicaciones previas ha debido quedar claro que incluso en el caso de que se pudiera formalizar adecuadamente un modelo hipotético que representase explícitamente múltiples aspectos y relaciones involucradas en el diseño arquitectónico, éste seguramente sería demasiado complejo para que los/las componentes de un equipo de diseño lo pudieran generar o manipular consistente y eficazmente sin la colaboración del ordenador. De esta manera, el objetivo planteado inicialmente es la programación de un sistema, de *visión de alto-nivel*, capaz de reconocer automáticamente aspectos arquitectónicos *espaciales* a partir de un boceto-modelo 3D general, poco estructurado y posiblemente incompleto, compuesto por cualquier tipo de superficies. El procedimiento utilizado se basa en la aplicación de razonamientos geométricos heurísticos, y en ningún caso se pretende que esté relacionado con la actividad cognoscitiva subconsciente de un arquitecto/a, aunque sí pretenda simular parcialmente sus efectos.

Debe aclararse también que se trata sin duda de una tarea imprecisamente definida, dado que no se presupone que todos los arquitectos/as analizarían del mismo modo un modelo geométrico bidimensional o tridimensional, o que todos los/las habitantes analizarían del mismo modo un edificio o un entorno urbano, como tampoco se presupone que exista una manera universalmente *mejor* de hacerlo. Si pudiera formalizarse con precisión y de modo único qué se entiende por *espacios arquitectónicos* (un concepto más general que el esquemático 'habitación') y cómo se relacionan con las superficies que los delimitan, la solución de ciertos sub-problemas de diseño podría mecanizarse completamente. En cualquier caso, un sistema con conocimientos y

capacidad para descubrir qué son esos volúmenes semi-delimitados que algunos arquitectos/as denominan *espacios* tendría una indiscutible utilidad como asistente inteligente de diseño, como se explicará más adelante. Debe considerarse también que los diseñadores/as no pueden reconocer los *espacios* observando directamente un modelo tridimensional, como lo haría hipotéticamente el sistema comentado. Por el contrario, las personas suelen reconocer, más o menos directamente y más o menos justificadamente, determinados aspectos a partir de una sola vista bidimensional, o bien suelen emplear algún tipo de modelo mental, probablemente diferente de un modelo geométrico, elaborado a partir de una serie de vistas bidimensionales. Ni siquiera al observar una maqueta es posible *reconocer los espacios directamente*, pues aunque es posible contemplarla desde un número de puntos de vista muy grande, generalmente los propios cerramientos ocultan múltiples aspectos interiores, obligando al observador/a a efectuar interpretaciones abstractas. Lo mismo puede decirse también de cualquier edificio o entorno urbano real que no pueda *contemplarse de un vistazo*, sino que deba recomponerse mentalmente a partir de un conjunto de vistas sucesivas obtenidas al recorrerlo.

Tampoco se va a cuestionar aquí si el concepto *espacio* es realmente adecuado, desde un punto de vista global, para analizar en función de él cualquier problema y cualquier artefacto arquitectónico. Aunque difícilmente podría servir como justificación, el hecho es que muchos diseñadores/as y críticos/as de arquitectura lo han empleado y lo emplean habitualmente para analizar y evaluar intuitivamente proyectos. Por otra parte, plantearse la organización de un mecanismo de resolución global de cualquier problema de arquitectura es algo que está fuera del alcance, al menos, de esta tesis doctoral. Aquí se aspira sólo a agregar a un sistema corriente de modelado geométrico una capa leve de conocimientos que sirvan para descubrir y añadir automáticamente nuevas relaciones y restricciones a la representación geométrica. Un sistema reconocedor como el mencionado resultaría singularmente atractivo desde el punto de vista *moderno* ya que, al carecer de multitud de conocimientos y concentrarse sólo en rasgos geométricos caracterizados por un tamaño mayor que cierto valor mínimo, actuaría como si

despreciara los aspectos simbólicos o decorativos, y se abstrajera de ellos. Un sistema semejante sería también útil para seleccionar formas tridimensionales producidas mediante algún algoritmo general como los mencionados en 1.4 y 1.5, dado que sabría reconocer limitadamente en qué consiste *tener un aspecto arquitectónico moderno*. El sistema desde luego no podría reconocer si un conjunto de formas tiene un aspecto mecánicamente adecuado, es decir si respeta ciertas restricciones estructurales, dado que no tiene conocimientos sobre estática. Pero hay que notar que también los arquitectos/as suelen elaborar, e interpretar como si fueran edificios, modelos que carecen en gran medida de un *aspecto estructural*. El sistema tampoco podría reconocer si un conjunto de formas cumple ciertas restricciones relativas a su orientación respecto al sol, pero justificable o injustificablemente pocos edificios realmente construidos las respetan...

Como se indicaba en 1.3.2, hasta ahora la mayoría de los sistemas de CAAD han utilizado objetos conceptuales para representar elementos constructivos separadores convencionales tales como pisos o paredes. Sin embargo, dichos sistemas no codifican conocimientos básicos sobre arquitectura dado que carecen de estructuras de datos para representar los *espacios arquitectónicos*, sus propiedades y su comportamiento, el modo en que pueden manipularse y cómo se relacionan con otras entidades. Sería necesario por tanto programar nuevas clases de objetos que representasen explícitamente dichos *espacios*, convenientemente relacionados entre sí y con los demás objetos de la aplicación (suele utilizarse el adjetivo *topológicas* para denominar las relaciones entre los *espacios* y los elementos que los delimitan). Es razonable suponer que uno de los motivos por los que los sistemas de CAAD carecen de este tipo de estructuras conceptuales es porque al diseñador/a le resultaría un trabajo tedioso y aparentemente redundante la creación de un modelo: debería por ejemplo introducir los datos para conformar o bien los elementos delimitadores o bien los *espacios* y a continuación debería relacionarlos consistentemente por grupos (otro ejemplo: con el sistema Sculptor descrito en la p. 66 debería configurar tanto los volúmenes positivos como los volúmenes negativos). Esto refleja simplemente el hecho de que el modelo sería más espeso, y más difícil de

manipular, al estar más estructurado. Y esto justifica el interés por automatizar parcialmente ese proceso de introducción de datos y relaciones. Se entremezclan aquí dos formas distintas de interpretar un modelo geométrico, o podría decirse dos niveles de abstracción diferentes (en este contexto, *espacio* es un concepto más abstracto que superficie o elemento de división o cerramiento). El arquitecto/a pretende manipular ambos niveles al mismo tiempo, aunque generalmente se concentra en la disposición de los objetos materiales y maneja los *espacios* de modo implícito e intuitivo. Una descripción *espacial* elemental puede representarse como un grafo donde cada *espacio* esté simbolizado por un nodo situado en su centro de gravedad, caracterizado por su volumen, y unido a los nodos que representen los demás *espacios* a los que está conectado. Desde este punto de vista, cada grafo describe abstractamente un infinito número de conjuntos de cerramientos caracterizados por el mismo organigrama *espacial*. Un sistema de reconocimiento de *espacios*, como el planteado al principio del capítulo, relacionaría los dos niveles de descripción en el sentido contrario, en el que la traducción parece menos ambigua. Para formalizar la dependencia entre ambos niveles de descripción habría que idear un hipotético esquema conceptual relacional que las englobase adecuadamente y permitiese propagar los cambios de una a otra, de modo semejante a como una representación geométrica tridimensional de un objeto engloba y relaciona dos proyecciones bidimensionales cualesquiera del mismo objeto.

Con un sistema de CAAD convencional, si el diseñador/a quisiera modificar un *espacio* de una vez, por ejemplo desplazándolo, rotándolo o cambiándolo de tamaño, debería modificar todos los objetos que lo delimitan, realizando series tediosas de acciones que seguramente debería repetir múltiples veces durante el proceso de diseño (similarmente, cuando en un plano de un edificio desea cambiar el tamaño de una ventana debía modificar las líneas que la simbolizaban). Por el contrario, asistido por un sistema con ciertos conocimientos *espaciales*, el arquitecto/a podría concentrarse en manipular el modelo al nivel de abstracción adecuado y el sistema hipotéticamente lo transformaría *inteligentemente* cambiando el valor de ciertos parámetros y restringiendo el cambio de otros, por ejemplo, estirando un *espacio* pero

preservando el grosor de las paredes y la dimensión de las puertas y las ventanas. El método más asequible para lograr esto sería que la estructura de datos del sistema de CAAD dispusiera de una clase predefinida de objetos que integrase limitadamente algunas relaciones y modos de comportamiento predeterminados característicos de cierto tipo sencillo de habitaciones y elementos divisores. Es decir, que dispusiera de conocimientos sobre diseño de habitaciones, adaptados al extremadamente convencional mercado de la edificación. El diseñador/a en tal caso debería limitarse a utilizar esos objetos conformándose con sus comportamientos preprogramados, igual que con un sistema de CAAD convencional debe limitarse a usar cierto tipo de paredes, pisos y cubiertas. Pero si no basta con esto, haría falta que el sistema fuera suficientemente *inteligente* para elegir automática y fluidamente cómo resolver un gran número de ambigüedades al reconfigurar el modelo, por ejemplo cuando el diseñador/a pretendiese modificar un *espacio* o un elemento delimitador, el sistema debería reconocer y decidir qué aspectos de los cerramientos (continuidad, simetrías...) y qué *espacios* y cuáles de sus características (conectividad, tamaño...) intenta respetar y cuáles no. O al menos debería mostrar varias opciones al diseñador/a de forma que éste/a se encargase de elegir, dado que no existe una única solución para cada sub-problema. De esta manera se conseguiría manipular el modelo a un nivel de descripción sin que se desmantelasen automáticamente todos los aspectos correspondientes al otro nivel, y así se podrían ajustar ambos al mismo tiempo. Un sistema con capacidad para reconocer las intenciones *espaciales* del diseñador/a podría asistirle sugiriendo sobre la marcha nuevas posibilidades y auto-completando los datos introducidos, igual que un procesador de textos auto-completa palabras, o igual que los modos de *snap* de un sistema tradicional de CAD se adelantan a las intenciones de el/la dibujante iluminando y sugiriendo ciertos puntos singulares del dibujo e incluso prolongando líneas tentativamente.

Como es evidente, los edificios se construyen físicamente disponiendo los materiales constructivos que constituyen los elementos de división. Pero desde luego esto no implica que deban diseñarse del mismo modo, sin duda las estructuras mentales que utilizan los diseñadores/as representan además otro

tipo de abstracciones. Así, elaborando modelos que incluyesen explícitamente otros objetos conceptuales, describiendo por ejemplo relaciones *espaciales*, se podría dar un contenido preciso a las afirmaciones tópicas, intuitivas y casi siempre bastante huecas y pedantes, de muchos arquitectos/as que presumen poética y metafísicamente de utilizar *la luz* (¿?) o *el espacio* como si fuesen *otros materiales de construcción*. El énfasis tradicional del diseño de arquitectura en las características y disposición de los componentes materiales refleja la repercusión que tienen sobre el aspecto externo de la construcción, sobre su coste directo y sobre su estabilidad estructural. De este modo generalmente se ha asignado un carácter secundario a las características volumétricas de los edificios y entornos contruidos, que se tienen limitadamente en cuenta al escoger la composición geométrica, como lo prueba el escaso uso de diagramas que las representen explícitamente. Los arquitectos/as suelen limitarse a ajustar aproximadamente ciertos aspectos *espaciales* intuitivos mediante proyecciones bidimensionales: principalmente las superficies ocupadas en planta por las habitaciones (a este aspecto sí se le suele asignar prioridad sobre otros requisitos del diseño, aunque no siempre). Por el contrario, otros muchos aspectos *espaciales*, que influirán directamente en la acomodación del comportamiento de los/las habitantes, son difíciles o imposibles de intuir usando los métodos de representación tradicionales, y no se ajustan durante el diseño. Un objeto arquitectónico puede decirse que está constituido por dos subconjuntos espaciales complejos, entrelazados conceptual y físicamente, uno *sólido* y otro *hueco*, que se realimentan de información y se determinan mutuamente. Las dimensiones características de cada uno de ellos son de orden de magnitud diferente, dado que obedecen a condicionantes distintos. Las relaciones de conexión y continuidad del sub-espacio *sólido* responde directa y principalmente a razones estructurales y funcionales: *transmisión de cargas* hasta las cimentaciones, aislamiento de las condiciones climáticas exteriores, pisos horizontales continuos, etc. La continuidad del subconjunto *hueco* y sus dimensiones específicas permiten la acomodación y el movimiento de objetos y personas. Puede decirse que quien se encarga de construir un edificio se

preocupa principalmente del sub-espacio *sólido*, mientras que quien lo va a habitar se preocupa principalmente por el sub-espacio *hueco*.

Otra justificación para el uso típico de representaciones que describan explícitamente sólo los elementos sólidos de la construcción es que estos son más fáciles de distinguir visualmente en un entorno tridimensional que los *espacios*, aun cuando la forma geométrica sólida de estos últimos se visualizase explícitamente. En cualquiera de los dos casos es inevitable que múltiples elementos sean ocultados por otros desde cualquier punto de vista, pero los cerramientos, al ocupar un volumen menor que los *espacios*, son más fáciles de distinguir empleando técnicas de visualización semejantes a las usadas en el diseño industrial para mostrar estructuras y ensamblajes internos, tales como perspectivas seccionadas por planos de corte móviles, despieces y transparencias. También para evitar estos inconvenientes podría emplearse un grafo de conexiones espaciales, del mismo modo que muchos programas modeladores incorporan en su interfaz un esquema de su estructura interna de datos para permitir al usuario/a elegir objetos, conceptos de la aplicación, o grupos de ellos, difíciles o imposibles de visualizar (incluso tan abstractos como una relación topológica). Un sistema de CAAD con conocimientos *espaciales* podría efectuar una visualización selectiva automática, mostrando en cada momento sólo el *espacio* que quiere modificar el diseñador/a y los *espacios* y divisiones adyacentes. Es decir, lo mismo que se intenta hacer tradicionalmente al emplear plantas y secciones, pero más versátilmente, seccionando el modelo de datos por *planos conceptuales*, y eliminando así la obligación de analizar los *espacios* rígidamente en grupos correspondientes a planos geométricos de corte determinados, como los pisos horizontales por ejemplo.

Pese a que usualmente muchas características volumétricas no se han considerado explícitamente durante la realización de cualquier proyecto, resultan cruciales para evaluar diversos aspectos funcionales que repercutirán en el nivel de satisfacción de los usuarios/as y condicionarán más o menos indirectamente los costes de fabricación y funcionamiento. Como se mostraba en el capítulo 1.7, los sistemas que pretendieran efectuar evaluaciones, comprobar el cumplimiento de programas o normativas, y tomar decisiones automáticamente sobre el diseño

de edificios, basadas en acomodación de actividades, circulación, protección contra el fuego y evacuación, flujo de aire, acondicionamiento interior, iluminación, cualidades perceptivas, etc., deberían disponer de información explícita sobre los *espacios* y las habitaciones del edificio, y sobre las relaciones de conexión y visibilidad. Resumiendo lo dicho hasta ahora, utilizando un sistema hipotético que tuviese capacidad para reconocer fluidamente información volumétrica jerárquicamente organizada a partir de un modelo convencional, incluyendo relaciones de conexión y visibilidad entre *espacios*, se podría simplificar el proceso de introducción de datos y la comunicación bidireccional entre el diseñador/a y la computadora, y se posibilitaría la aplicación de restricciones de diseño o la sugerencia de variantes, automáticamente y sobre la marcha, basadas en dichas propiedades *espaciales*.

Otro argumento importante sobre el que no se ha insistido suficientemente en esta tesis es que una base de datos convenientemente comprimidos, estructurados conforme a relaciones, interpretaciones, aspectos y conocimientos a diferentes niveles de abstracción, específicos del dominio diseño de arquitectura, podría ser examinada veloz y eficazmente empleando herramientas automáticas de búsqueda. Esta es una tarea realizada habitualmente por los diseñadores/as, profesores/as y los/las estudiantes de arquitectura de un modo arbitrario y totalmente ineficaz. De aquí la utilidad de un sistema que extrajera automáticamente información sobre aspectos de alto nivel, a partir de formatos poco estructurados, para elaborar bases de conocimientos y casos sobre arquitectura que pudieran ser fácilmente consultadas, interrogándolas en términos de dichos aspectos de alto nivel, y con las que se pudiesen comparar soluciones diversas a sub-problemas parciales para reutilizarlas si fuera conveniente. Sin duda sería una herramienta educativa extraordinaria. Por ejemplo, una base de datos sobre edificios y entornos urbanos, que incluyese explícitamente sus correspondientes organigramas *espaciales*, podría ser consultada eficazmente en busca de casos caracterizados por una configuración *espacial* parcialmente semejante a la requerida por un nuevo problema de diseño.

La utilización de una representación explícita de los aspectos *espaciales* facilitaría la elaboración controlada de diseños con esquemas volumétricos complejos, que resultan inabordables utilizando los métodos de representación convencionales. Como se indicaba previamente, en los diseños típicos constituidos por habitaciones confinadas por divisiones planas, ortogonales y proyectantes horizontales o verticales, es fácil reconocer algunos aspectos volumétricos a partir de los dibujos y proyecciones convencionales. Tampoco resultaría demasiado difícil programar un sistema que hiciera explícita, a partir de esas representaciones, la estructura *espacial* de cualquier diseño elaborado con esas formas típicas, utilizando por ejemplo las técnicas mencionadas al final de 1.8. Esto se debe a que limitándose a esas configuraciones convencionales, es posible clasificar directamente los *espacios*, o algunos rasgos que los caractericen, en tipologías abordables. Algunos de los sistemas descritos al final de 1.8 reconocían las habitaciones y las relaciones de conexión o visibilidad en función de la presencia de símbolos identificados como puertas o ventanas, lo cual resulta un tanto rocambolesco. Sin duda parece un método más robusto definir los conceptos 'habitación' o 'conexión espacial' basándose en propiedades geométricas generales y no en función de la existencia de puertas, o en función de que encajen en rígidas plantillas o moldes conceptuales parametrizados. La elaboración de un programa que resolviese el problema general planteado al principio del presente capítulo es una cuestión bastante más compleja que la resolución de los limitados casos típicos, y particularmente para depurar el código habría que emplear herramientas de visualización sofisticadas y mucha paciencia.

El resto de este capítulo se dedicará a describir una solución del siguiente *problema* (un sub-problema limitado del problema general planteado al principio del capítulo), que finalmente es el tema de investigación de esta tesis: la programación de un sistema, de *visión de alto-nivel*, capaz de interpretar un conjunto general de segmentos de rectas y curvas situados sobre un plano como si se tratase de un boceto arquitectónico bidimensional. Este algoritmo no pretende descubrir información simbólica, ni formas aplantilladas sencillas, y se basa en cambio en principios más generales que le permiten procesar relaciones

vagas e incompletas entre los elementos del dibujo. De este modo, emplea razonamientos geométricos heurísticos para identificar aspectos *espaciales*, interpretando las líneas del modelo digital como si fuesen las intersecciones con un plano de dibujo de superficies tridimensionales dispuestas perpendicularmente a él. Hay que observar que este tipo de interpretación visual de planos de edificios es realizada fácilmente por seres humanos con escaso entrenamiento. Naturalmente, el programa es insensible ante cualquier tipo de asociaciones semánticas no geométricas.

En [RYAL1994] se describe una técnica de bajo nivel para el reconocimiento de regiones, parcial o totalmente delimitadas, a partir de plantas de edificios codificadas como mapas de puntos en dos colores (que pueda ser aplicada para rastreo del movimiento de personas o artefactos, localización u orientación en edificios). Este método emplea un campo de proximidad continuo definido sobre el mapa de bits, que establece una métrica que resulta bastante ajustada a la percepción subjetiva de límites *imaginarios* y regiones de un observador/a humano/a. El campo de proximidad es como una lámina elástica apoyada sobre los puntos negros de la imagen, de modo que los valles resultantes representan las regiones y los mínimos locales representan los centros de dichas regiones. A partir de este campo es posible asignar cada píxel a una región concreta en función del valle al que pertenezca, es decir en función de su proximidad a los máximos -los bordes de las regiones- y los mínimos, donde dicha cercanía no se determina empleando la distancia geométrica sino que depende de la propia forma de la función de proximidad. Este método puede aplicarse además semi-automáticamente, permitiendo que el usuario/a interactúe, modificando localmente algunos aspectos del campo, para corregir las regiones reconocidas en función de asociaciones semánticas que el campo no haya representado adecuadamente.

La forma matemática de la función de proximidad determina la mayor o menor posibilidad de reconocer regiones no convexas, con pequeñas concavidades. A primera vista, parece apropiado que esta función pondere de forma distinta la proximidad a la zona central y la proximidad a los bordes de cada región, dando preferencia a esta última, es decir adoptando una forma de meseta invertida con una pendiente muy pronunciada cerca de los bordes y tendiendo rápidamente a la horizontalidad al alejarse de ellos. De esta manera modelaría el hecho de que todos los puntos suficientemente interiores son semejantes, en cuanto a su inclusión en una determinada región, y concentraría la conflictividad y la ambigüedad en áreas locales cercanas a cada borde limitadamente influenciadas por otros bordes y regiones suficientemente alejados. En cualquier caso parece claro que el ajuste de la forma del campo de proximidad debe ser una cuestión empírica.

En el algoritmo que se describe a continuación no se ha empleado este método en parte porque no facilita la realización de un análisis de alto nivel, es decir, porque se limita a agrupar o etiquetar conjuntos de puntos pero no permite relacionar fácilmente cada región con las entidades que constituyen sus bordes, ni identificar cómo se relacionan éstas.

Al describir a partir de ahora el algoritmo reconocedor desarrollado con motivo de esta tesis me referiré continuamente a puntos, curvas, áreas y

regiones, pero no se debe perder de vista en ningún momento el hecho de que, en el contexto de este programa, representan líneas, superficies, volúmenes y *espacios* proyectantes. Este algoritmo carece de los conocimientos más específicos sobre arquitectura (por ejemplo, no dispone de ninguna representación explícita de lo que es una puerta), y se basa sólo en el empleo de conocimientos geométricos: calcula puntos de intersección, líneas tangentes y normales, longitudes y curvaturas, áreas... El proceso se ejecuta a partir de un conjunto bidimensional de entidades geométricas continuamente derivables, no solapadas y no auto-secantes: segmentos de líneas, círculos, elipses, y splines. A partir de estos elementos y conocimientos básicos se construye una representación más compleja, a otro nivel de abstracción, utilizando una estrategia de abajo-arriba. Quiero decir con esto que el sistema agrupa los componentes geométricos en regiones empleando únicamente razonamientos formulados en términos de dichos componentes de nivel inferior, sin realimentación procedente de expectativas formuladas en términos de las características de las regiones (como seguramente sería deseable por otra parte).

En una fase de pre-procesamiento se inicializan las primeras estructuras de datos, que compondrán el esquema sintáctico del modelo, rellenándolas con información geométrica recopilada acerca de las curvas iniciales: longitudes, curvaturas medias, puntos de inflexión... De este modo se crean estructuras específicas jerárquicamente interrelacionadas para almacenar las curvas, los puntos significativos de dichas curvas (extremos, intersecciones y puntos de inflexión), y los segmentos en que son divididas las curvas por dichos puntos principales. Estos puntos significativos son clasificados y etiquetados en función del modo en que se relacionan con la curva o las curvas que convergen en ellos. A continuación, varios módulos diferentes se encargan sucesivamente de calcular y representar explícitamente en el esquema sintáctico una serie de líneas inferidas tentativas que representan los 'límites espaciales imaginarios' (p. 178). Estas líneas tentativas son trazadas a partir de los puntos significativos, en función del etiquetado correspondiente, o bien uniéndolos con algunos otros puntos significativos previamente calculados, o bien prolongando las curvas

tangencialmente o alejándose de ellas en dirección normal, o bien alargando otras líneas previamente inferidas. Todas las líneas tentativas unen dos curvas distintas o dos puntos diferentes de la misma curva, produciendo nuevas interrelaciones que quedan reflejadas en el modelo de datos al actualizarlo con las estructuras que representan esas nuevas líneas tentativas, nuevos puntos significativos y nuevos segmentos en que resultan divididas las curvas iniciales. Finalmente son calculadas y almacenadas también, si es que existen, líneas tentativas que unan tangencial o normalmente cada pareja de curvas iniciales.

La escala del dibujo se ajusta por medio de dos parámetros globales que determinan las áreas máxima y mínima aproximadas de las regiones que se pretenden reconocer. En función de estos valores se calculan otros parámetros, principalmente distancias, utilizados por ejemplo para limitar la longitud máxima de las líneas inferidas. La mayor parte de la información geométrica y relaciones entre entidades, recopiladas durante el proceso, son reflejadas en el modelo explícita y declarativamente, o bien codificadas parcialmente en el etiquetado de dichas entidades. Comúnmente, esta estrategia permite acelerar los procesos de búsqueda, evitando reprocesar múltiples veces del mismo modo los mismos datos, en tanto el modelo no llegue a requerir una cantidad de memoria desmesurada. De este modo, las líneas tentativas son también clasificadas y etiquetadas sencillamente, en función de su relación con las curvas adyacentes, para que puedan ser procesadas con eficacia por otros módulos del programa. Las líneas tentativas que prolongan tangencialmente algún aspecto de las curvas iniciales tienen una importancia especial, desde la perspectiva de esta aplicación, puesto que describen relaciones que podrían ser percibidas visualmente por una persona ubicada en el espacio físico representado por el modelo. Por el contrario, algunas de las restantes líneas tentativas describen relaciones geométricas que pueden percibirse con facilidad al observar el dibujo de una planta de un edificio, como suelen hacer los arquitectos/as, pero que difícilmente podrían ser percibidas por un observador/a situado en el espacio real. Hay una razón más para asignar una importancia especial a las líneas tangentes tentativas, y es que permiten descubrir si un área delimitada del dibujo es o no convexa, y la convexidad parece un aspecto a tener muy en cuenta al

decidir dónde acaba una región o un *espacio*, y dónde empieza otra (sólo tendemos a percibir como *espacios* singulares los volúmenes que son aproximadamente convexos, es decir con concavidades relativamente pequeñas).

Al calcular estas líneas inferidas se pretende hacer explícitas ciertas relaciones entre las curvas del conjunto de entrada que podrían percibirse al interpretarlo *arquitectónicamente* tanto desde el punto de vista del diseñador/a como desde el punto de vista de un/a habitante de *planilandia*. En cierto modo, algunas curvas están *inflexionadas* geométricamente hacia otras, algunos de sus rasgos particulares *apuntan* más hacia rasgos de otras, y el algoritmo trata de descubrir y representar ciertos tipos específicos de *inflexión*. En cambio, ni puede ni pretende descubrir otros muchos patrones de coherencia tales como alineaciones de largo alcance (ocultas a los ojos de un *planilandés/a*), ritmos, simetrías, analogías visuales, etc. que pudieran reflejar otras motivaciones de diseño (estéticas, funcionales, estructurales...). El esquema de datos elaborado en esta fase de la ejecución del programa constituye una especie de *pizarra* conceptual, engloba potencialmente diversos análisis contra-fácticos variantes sobre el mismo tema, y los pasos siguientes van encaminados a seleccionar uno sólo de ellos. Al adoptar este contexto específico de interpretación, muchas de las líneas o planos-límite inferidas pueden ser descartadas aplicando sencillas reglas heurísticas basadas en el etiquetado de las diferentes entidades y en razonamientos y propiedades geométricas (en cualquier momento, la decisión de descartar una línea es propagada convenientemente a todos los objetos relacionados con ella en la estructura sintáctica global). Por ejemplo, en primer lugar son eliminadas todas las líneas tentativas que atravesen alguna curva inicial, desechando concretamente las alineaciones ocultas. En una fase posterior, las restantes líneas tentativas son comparadas, por grupos correspondientes a áreas localizadas del plano, y el algoritmo va tomando sucesivamente la decisión de descartar algunas de ellas hasta eliminar todas las intersecciones entre dichas líneas tentativas. Durante este proceso las líneas inferidas compiten unas con otras por formar parte del análisis definitivo. Esta competición está regida por unas reglas fijas que no utilizan información

contextual sino que se basan en la ponderación de cada línea en función de dos factores:

- El coeficiente predeterminado correspondiente a su etiqueta, que pondera rígidamente cada tipo de líneas y que puede ser ajustado por el usuario/a antes de ejecutar el programa.
- Su longitud, que al ser un coeficiente que puede adoptar un rango continuo de valores permite que el algoritmo se comporte de un modo relativamente *fluido*.

La siguiente y última fase del programa se encarga de detectar regiones básicas, y de agruparlas si se considerara necesario, a partir de las curvas iniciales y las líneas tentativas no descartadas y del resto de la información recopilada anteriormente sobre ellas. El proceso inicial de esta fase llama a un analizador recursivo que recorre los objetos geométricos, a través del esquema relacional almacenado, en busca de bucles cerrados constituidos por líneas tentativas y segmentos de las curvas iniciales. Este proceso actualiza el modelo de datos con nuevas estructuras que representan las regiones básicas, correspondientes a los bucles cerrados, en forma de b-reps (boundary-representations o representaciones basadas en límites), y descubre los bordes exteriores del conjunto geométrico. Las líneas tentativas restantes, que no son bordes exteriores, representan las conexiones entre las regiones básicas. Finalmente, un último proceso se encarga de agrupar algunas de las regiones básicas adyacentes eliminando ciertas líneas inferidas. Para realizar esta reorganización final del modelo se aplica otra colección de reglas heurísticas que evalúan los diversos objetos ponderándolos de un modo predefinido en función de los parámetros globales que determinaban las áreas máxima y mínima aproximadas, del área y perímetro de cada región específica y de las adyacentes, y de la longitud de las líneas tentativas que limitan dicha región (que determinan la longitud de su perímetro abierto). La estructura del modelo contiene finalmente las regiones definitivamente reconocidas, y codifica el análisis *espacial* elegido del conjunto geométrico inicial.

El episodio 6 de la película adjunta a la tesis contiene una demostración exteriorizada de la capacidad de este programa para analizar automáticamente

conjuntos geométricos, de manera bastante obvia desde el punto de vista humano. Aunque el programa-prototipo no funciona en tiempo-real, en la película se han reunido múltiples ejecuciones sucesivas del mismo para mostrar dinámicamente su comportamiento, bastante *fluido*. Para visualizar de una forma apropiada diversos aspectos del análisis, las curvas iniciales y las regiones reconocidas se han des-proyectado, reconstruyendo los arquetipos tridimensionales en función de los cuales se interpretaban las formas bidimensionales, y se han re-proyectado desde otras perspectivas. Las regiones reconocidas se visualizan de este modo como sólidos traslúcidos de diferentes colores y alturas, y el grafo de conexiones *espaciales* correspondiente se esquematiza superpuesto al objeto tridimensional (el volumen de cada nodo del grafo se regula en función del tamaño de la región correspondiente). Antes de cada ejecución del algoritmo, son alargadas ligeramente una o varias de las curvas o superficies-proyectantes iniciales, y así las secuencias de la película muestran distintos ejemplos de cómo se modificaría de modo dinámico el análisis conforme hipotéticamente un arquitecto/a extendiera alguna de las entidades materiales que compusiesen el boceto de un diseño.

Para demostrar algunas de las múltiples aplicaciones que podría tener un sistema como el descrito previamente, capaz de reconocer limitadamente aspectos de alto nivel, se ha programado también un algoritmo que calcula de un modo relativamente torpe variaciones *arquitectónicas* (en el sentido restringido que se ha indicado antes) a partir de un conjunto inicial cualquiera de curvas. Dicho conjunto es sometido de forma recursiva a una transformación no-lineal predefinida para generar las sucesivas variantes. Esta transformación principal es una composición de dos transformaciones sucesivas, la primera de las cuales es lineal y consta a su vez de varios conjuntos de transformaciones geométricas afines compuestas (traslaciones, rotaciones, homotecias y simetrías, principalmente), que deben especificarse antes de comenzar el procesamiento. La segunda fase de transformación es la responsable de la no-linealidad, y su misión es descartar algunas de las curvas, transmitidas por la fase anterior, en virtud de reglas de filtrado heurísticas formuladas tanto en función del nivel inferior de descripción como del nivel superior. La información más importante

empleada por estas reglas se deriva de un análisis obtenido mediante el algoritmo de reconocimiento de regiones. A partir de dicho análisis resulta sencillo evaluar (al nivel adecuado de abstracción) por ejemplo si cada región está o no apropiadamente conectada con el resto de las regiones y con el exterior del conjunto geométrico. En función de esta evaluación, en función de otras propiedades de las regiones, y en función también de otras características y relaciones obtenidas directamente a partir de las curvas en cada variación (longitud, localización respecto a determinados límites, alineaciones, intersecciones...), se decide qué curvas deben ser eliminadas y cómo se debe propagar esta decisión, reconfigurando el modelo de datos convenientemente. Las curvas no descartadas al final de cada transformación constituyen el conjunto de entrada de la siguiente iteración.

Los episodios 7 y 9 de la película muestran diversos ejemplos del comportamiento, en ocasiones aproximadamente cíclico y en otras ocasiones aparentemente caótico, de este sistema dinámico. Cada serie de variaciones ha sido obtenida a partir de un conjunto-semilla diferente utilizando distintos juegos de transformaciones afines. Las curvas desechadas en cada etapa están representadas por medio de líneas punteadas. Incluso el episodio 12, aunque fue realizado con una intención algo diferente, emplea un mecanismo parecido, sustituyendo las transformaciones afines por algo así como una des-proyección cilíndrica seguida de una proyección cónica realizadas semi-automáticamente.

rar la actitud ética ante la profesión y creo que la arquitectura de progreso es aquella que tiene vocación de perdurar y mantiene su vigencia a lo largo del tiempo". La preocupación

siempre hay que oír al cliente. Si me dan argumentos, pues puede que sí. Ahora bien, si me dicen que tengo que quitar uno de los pinchos porque sencillamente no les gusta, pues, la verdad, no lo cambiaré".

Ayuntamiento. Al principio pensé que se trataba de una broma, porque el edificio es horrible. No tiene ni ventanas".

"un alto porcentaje de la crítica se mueve entre el esnobismo y la ignorancia, el sectarismo y el interés, desnortada y pedante, repetitiva y oscura". "La ambigüedad, el confusiónismo y la indistinción" campan, a su juicio, por muchas de las críticas que publican los periódicos y suplementos.

con frecuencia "se elogia a boleo, se premia el galimatías, se desdén la claridad,

R. Para mí no son las formas las que dicen las cosas. Es en el comportamiento de los materiales donde está el campo abierto para la creatividad.

reciclado. De un modo similar al de las construcciones romanas, en las que los ladrillos llevaban impreso el nombre de las fábricas donde se manufacturaban, cada una de las piezas prefabricadas de la fachada tienen la marca del edificio para el que han sido creadas: Museu de Castelló.

...Queremos hacer arquitectura y no se crean falsos prestigios, se engaña y se confunde".

Lo que nos interesa trabajar es la esencia de las cosas.

Enlazando con esto hay otro aspecto a debatir, sobre el que nunca se trata (pero que otros profesionales -los escultores que aplican sus obras a edificios, por ejemplo- sí defienden con éxito): el de la propiedad intelectual del arquitecto (quien no contempla en su proyecto, naturalmente, la desfiguración a que será sometido por la publicidad). El tema es de tal calado que sólo lo apuntamos aquí.

P. ¿Al limitar un vocabulario arquitectónico es más fácil cometer errores?

R. Es más fácil ser discreto. Pero es más difícil no equivocarse ya sea en el resultado o en cualquier error resulta más visible.

ra responder con su obra y su vida al concepto que desprecia lo irrelevante como camino para enfatizar lo importante. Su ropa, ellos", sino también mantas, mesas, bandejas y, últimamente, un libro sobre cocina, también minimalista, naturalmente.

debe existir una fluencia recíproca de intereses y aportaciones entre el lugar y el edificio. "No sería posible hablar sólo de una relación causa-efecto, sino de una relación dialéctica mucho más compleja". Y esto

Nuestros proyectos no son estridentes ni de gestos personales.

... Nuestros proyectos son contundentes, tienen, creemos, rotundidad. Pero esa fuerza no se la dan los gestos, la teatralidad, sino las ideas. No nos gusta chillar.

... Preferimos los silencios elocuentes. No nos interesa la forma como forma.

Todas las disciplinas, todos los grupos sociales, de cualquier país o época, poseen su folclore, sus héroes y mitologías; historias y personajes que, complacientes, los miembros del "grupo" recuperan o añaden a su repertorio, y que ayudan a crear un sentimiento de clase, una idiosincrasia exclusiva que tiene la no pequeña virtud de ofrecer compañía y consuelo a los iniciados.

"Hay que volver al original, salvo que los añadidos aporten calidad; por ejemplo, si los repintes de un cuadro los hubiera hecho un Rafael o un Leonardo".

dente. El "menos" de las vanguardias fue la consecuencia de un acto utópico de abstracción suprematista y neoplasticista que buscaba una belleza exacta y una armonía universal, desornamentada y esencialista.

edificio y lo construía. A nosotros nos interesa más ver cómo vamos a construir algo y luego dibujarlo. Nuestro dibujo debe ser una consecuencia del edificio que vamos a construir. Lo contrario, que el edificio se convierta en una consecuencia del dibujo, nos parece arrogante.

de manera que se garantice el adecuado ejercicio profesional del arquitecto, redundando, en definitiva en la defensa de los valores estéticos, culturales y sociales de la arquitectura.

estaba revisando el proyecto de uno de sus colaboradores cuando constató que la posición de una ventana de la fachada posterior rompía la composición general del edificio. El colaborador restó importancia al detalle: "Esto no es problema: el muro que cierra el patio de servicio está tan próximo que esta abertura no se puede relacionar con el resto de la fachada. Nadie podrá ver esta falta de rigor geométrico". Y Lutyens respondió con una frase lapidaria e inapelable: "Dios sí lo ve". hace daño a la vista

"abunda lo malo, lo mediocre, lo deleznable, lo falso absolutamente de interés; pero también lo original, lo brillante, lo bien contado, lo llamado a pervivir, lo que nunca perderá emoción".

P. ¿El minimalismo es el estilo de la falta de imaginación?

R. Es muy difícil hacer buena arquitectura minimalista. Cuando termino un proyecto por lo general no quiero que nada lo decoro. La luz y la textura de un espacio pueden ser una obra de arte.

similares. ¿Quién podía contemplar, por ejemplo, la planta cruciforme de las basílicas y de las catedrales en un tiempo en que volar era imposible? Sólo Dios, por supuesto, podría tener entonces la perspectiva de que hoy gozamos nosotros cuando nuestro avión sobrevuela

tebanas. Allí vivieron generaciones de arquitectos y artistas, que edificaron y ornamentaron aquellos espléndidos monumentos funerarios destinados a no verse nunca jamás. O a ser

ha defendido la utilización del material recordando la importancia y el impacto internacional del proyecto y justificando que "cuando se levantó el monasterio de El Escorial se utilizó piedra pizarra, que no es un material español".

defensor de edificios socialmente responsables y a escala del hombre contemporáneo,

"La modernidad es tradicional"

do para ser construido. La elección adecuada de los materiales y la forma de tratarlos es primordial en la expresión arquitectónica". Así, "para el Museo hemos usado pocos y buenos materiales: hormigón visto, acero y aluminio, vidrio y piedra natural. Resolver el encuentro entre ellos buscando su potenciación ha sido de mi mayor interés. Por ejemplo, el encuentro de las luminarias de vidrio del vestíbulo con el acero cortén permite que el vidrio acentúe sus cualidades, se haga más frágil, transparente y luminoso. O también que la luz natural, resbalando como materia luminica por los muros de la biblioteca, resalte el valor de los paños de madera".

nota una insistencia en la arquitectura de tradición moderna, sin grandes inventos ni experimentos. Somos tradicionales".

"La sobriedad es el mejor aliado de la inspiración". Esta ha sido la guía para sortear cualquier aventura de arquitectura-espectáculo y de efectos especiales.

Tal vez seamos en realidad anticuados, porque lo que verdaderamente nos interesa es la belleza, la proporción y la armonía. Estos son aspectos fundamentales para nosotros y los trabajamos hasta el fin.

es otra gran mentira. ¿Cómo puede un edificio de vidrio, aunque esté cubierto con un triple muro cortina, ser sostenible? Ellos siempre hablan por comparación —"es más sostenible que otro que hicimos antes"—, pero un edificio de cristal de ninguna manera puede ser más sostenible que un edificio de ladrillo o de piedra.

... Se apuesta aquí por la lógica ... Lógicamente ... Cuadradas han sido muchas de las torres, casi todas, que se han puesto en pie en la historia de la arquitectura ... Con nada más que seguir las reglas de la lógica ... La estructura responde a un modelo lógico, que curiosamente se ha empleado muy poco en los rascacielos: la planta cuadrada con apoyo en las cuatro esquinas, en sus "patas", la forma estructural teórica y prácticamente más estable ... La megaestructura alojará cada edificio como si se tratara de una estantería ... También toda la construcción de la mano de la lógica ...

una persona que escucha mucho. Es muy metódico en su forma de trabajar. Tiene una gran habilidad para solucionar problemas y crear una arquitectura extremadamente refinada, pensada e imaginativa que no se ve muy bien en las fotografías, porque es cuestión de superficie, detalle y espacios proporcionados y muy bellos".

Por todas partes proliferan las láminas rectangulares de agua estancada, los árboles que sobresalen de huecos cuadrados en el pavimento, y tantos otros detalles típicos del *kitsch* moderno que vienen a reunirse con los floripondios, los ángeles dorados y las cascadas burbujeantes de los ambientes *kitsch* tradicionales.

hartos del sinfín de artículos sobre las viviendas *superoriginales* de quienes no tienen otra cosa que hacer que encargar a algún amigo arquitecto / interiorista que les tire los tabiques y pinte todo de blanco, instalando, por supuesto, una cocina industrial en medio, y cuyo resultado invariablemente es un gran espacio único frío y poco acogedor.

PRÓXIMA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

3 Y 4 DORMITORIOS

LOFTS EN PLANTA BAJA

INSTALACIÓN DE...

La mayoría de la gente responde a la arquitectura como respondería a cualquier otro tipo de arte, a muchos niveles diferentes y siempre en base a lo que ellos conocen en sus vidas cotidianas. Yo creo que debemos volver a

lo hacen en la mayoría de las artes. Pero sí que existe un peligro, como por ejemplo en el lenguaje complejo que utilizaba James Joyce, se puede perder la atención del lector o del observador y de hecho crear un nivel de complejidad que es fundamentalmente incoherente, aunque me gustaría que otros

Los puristas, sin embargo, interpretan como una afrenta el hecho de que la piedra caliza utilizada en uno de los pórticos sea francesa. La reconstrucción del pórtico del sur, que debía ser reconstruido siguiendo el ejemplo de los otros, ha generado, por el contrario, una de las polémicas histórico-culturales más agrias y peculiares de los últimos años. Y todo por el origen de la piedra utilizada, una caliza francesa denominada A*s*r*d* R*c'e C*a*1*. Para desespero de los puristas, entre ellos sir J*c*1*n S*e*e*s, antiguo presidente del organismo que vela por mantener las esencias patrias, en especial arquitectónicas, el museo ha querido engañar a todos. La piedra que debieron usar es la británica P*r*1*n*, la misma que forma las columnas que rodean la Sala de Lectura. "Es una auténtica afrenta" dijo.

figura que se encuentra por todo el mundo islámico, Andalucía incluida. El cuadrado es básico: cuatro son los ríos de la felicidad del paraíso coránico. A partir de la

un proceso similar al que convirtió el *thriller* cinematográfico de psicópatas+suspense, ultrapopularizado a partir de las películas de Alfred Hitchcock, en el género prototípico de infinidad de violentos telefilmes norteamericanos para las noches de los fines de semana.

Decidí pensar nuevas formas de entender la riqueza más allá de la ostentación: como comodidad, como privacidad, como amplitud espacial. que confiere al material pétreo de la envolvente una cualidad casi textil, como de carpa circense. ???

... inventamos los conceptos gemelos socialmente divisores del arte de alta y de baja alcurnia. Buen gusto, mal gusto. El estilo para la élite, otro para el pueblo. Qué invento modernista tan ridículo.

La ardiente serenidad de lo bello

Platón expulsó de su República a los artistas que imitaban los objetos por ser falsarios, ya que para él los pintores que reproducen las apariencias se alejan doblemente de la realidad, al representar la imagen de un objeto que, a su vez, no es más que una imitación limitada de un concepto. ... hasta tal extremo que muchas veces el lector querría poder preguntar a los autores: esto que me acaba de decir ¿es irónico o no?

... y que se instalan en el espacio mental del espectador, incitando al conocimiento de sus límites emocionales. De esta manera, lo material y lo inmaterial que conforman estas obras, a través de la percepción sensorial, se convierten en constructos poéticos que pueblan un espacio mental cuyos límites se sitúan entre la fantasía, el recuerdo y el intelecto.

figura simple el artista elabora la complejidad, que equivale a la incomprendibilidad de Dios. Pues bien, a partir de los cuadrados entrelazados llegué a una planta en estrella de 16 lados. Ese fue mi modo de dialogar con el mundo islámico. Aparte de que cada torre tiene 88 plantas oficiales. En realidad, tiene más, 92 creo, pero el ocho es el número de la suerte en la cultura china. El número 88 equivale a doble suerte. El rascacielos que construyo ahora en Hong-Kong también tendrá 88 plantas.

tensión continua y algunas veces tenemos un conflicto entre el alto lenguaje de la arquitectura modernista y que muchos americanos consideran que es absolutamente adecuado para el lugar de trabajo y después tenemos los impulsos folclóricos de una especie de

formalismo basado en Europa y que se utiliza en el hogar. ... es un eficaz demagogo, pues sabe fingir violencia y exagerar bajo cuerda, sin dejarlo ver, creando la falsa impresión de que mueve registros de alta carga de profundidad, cuando en realidad no pasa casi nunca del juego de un hieratismo estatuario roto de pronto por un estallido gestual cargado — a la manera de ... pero de forma agolpada y sin su dominio de la pausa — de electricidad barroca. ... da aquí rienda suelta al abuso de este juego y lo hace sin humor ni gesto autocrítico. Vive un momento profesional dulce y...

más que como una mitología estrecha, seguramente hay que entenderlo como un conjunto de tópicos y modismos huecos, como lo son por ejemplo las típicas declaraciones públicas de deportistas o políticos elaboradas ensamblando, respectivamente, lugares comunes deportivos y vagas declaraciones políticamente correctas. En fin, se trata seguramente de una manifestación más de la diminuta importancia del significado y la función, ante la efectividad del efecto Eliza. ¿Diseñar arquitectura es una actividad irracional e intuitiva, producto incluso de un don innato, como podría serlo también pintar un cuadro o jugar al fútbol?...

rios uno y otro de la modernización del actual complejo de referencia hospitalaria de la comunidad, aquejado de graves problemas de estructura, repartido en varios edificios disímiles a resultados de la fusión de varios hospitales preexistentes y enclavado en medio de la zona urbana

que dejó un simbolismo fugitivo. Si la articulación ha ocupado el lugar del ornamento en la arquitectura del expresionismo abstracto, el espacio ha desplazado al simbolismo. Nuestros símbolos heroicos y originales, desde las carceri a Cabo Kennedy, alimentaron nuestros egos tardorrománticos y satisficieron nuestro anhelo de un espacio expresionista y acrobático para una nueva era en la arquitectura. Es espacio y luz, una luz como elemento que distorsiona el espacio para lograr una mayor dramatización. [VENTI1977].

tal imperial de los zares. Descrito como "sábana de cristal", "masa biológica", "piedra de cristal" o "babosa", los planes del arquitecto norteamericano del arquitecto soviético, lo compara con "bolsas de basura", aunque en realidad asemeja una masa viscosa de cristal que trepa hacia un cubo del mismo material, dentro de un estilo de desconstruccionismo "orgánico" o "biónico".

Las ciudades di-razón de ser, tener una expresividad propia... Intenté así hacer evidente ser un idioma. Una ciudad no es su condición fluida inicial con un en-

nunca un lugar estable, como el idioma, que cambia siempre sin dejar de ser un idioma.

P. Un idioma puede derivar en otro. ¿Cuánto cambio puede soportar una ciudad antes de convertirse en otra?

R. Las ciudades deben tener un lugar para la memoria, pero, como R. Allí ensayé un diálogo con el mundo islámico. No me convertí al islamismo; nada de eso, pero sí me empapé de arte islámico. Para esa cultura las formas geométricas progresivamente complejas son más importantes que...

el hormigón es el mejor material de construcción; llegué a dominar bastante bien la técnica de los encofrados de madera que dejan sus vetas marcadas en la superficie, pero después pensé que el hormigón debía mostrar su razón de ser, tener una expresividad propia... Intenté así hacer evidente ser un idioma. Una ciudad no es su condición fluida inicial con un encofrado que no fuera rígido, de manera que el material se vierte en un molde con una lámina de plástico atirada con hierros y cuerdas para evitar deformaciones excesivas. El resultado es un panel de aspecto acolchado de maneras. No creo en ningún tipo de jerarquía ni en las arquitectónicas ni en las sociales, ni en las constructivas ni en las que organizan el interior de una casa. Tampoco creo en los tópicos como familia feliz o policía servicial. Eso forma parte de una herencia que tenemos derecho a cuestionar.

la lista de hijos ilustres de una población cada vez se oscurece más a favor de los arquitectos de renombre que han intervenido en el paisaje de una ciudad, aunque su procedencia sea totalmente foránea

Lo que les estoy relatando es una especie de historia-mito convencional que los profesores cuentan a sus estudiantes y estos estudiantes se la repiten a los suyos, y no está necesariamente relacionada con el desarrollo histórico real, ¡el cual desconozco!

acudieron a [] para deconstruir sus platos, esto es, para separar temperatura, gusto y textura...

Para disimular el montaje y provocar una apariencia de continuidad, los presentadores estándar de telediarios hacen en ocasiones comentarios relacionando noticias sucesivas, suavizando los cambios de género (de científicas a sucesos, de sucesos a políticas, de políticas a deportivas, etc.) y aglutinándolas en un contexto más general. El resultado suele ser cómico o grotesco: después de describir la lamentable muerte de un actor famoso, la presentadora nos consuela diciendo que los científicos han hecho un descubrimiento que nos ofrecerá pronto la posibilidad de clonar mamíferos; después de comentar un dramático pero espectacular placaje por el cuello a un jugador de rugby, que quedó paralizante, el presentador explica que al juez Fulano le gustaría agarrar por el cuello al empresario o al político Mengano. Frecuentemente los telediarios no respetan la clasificación periodística tradicional de los contenidos en secciones fijas sucesivas, sino que los entremezclan y dosifican en función de su interés político o comercial, de los índices de audiencia y de su espectacularidad, dramatismo o morbosidad. De este modo, por ejemplo a menudo arrancan con una escena espectacular, venga del lugar del mundo del que venga, independientemente de su actualidad y de su repercusión real sobre los telespectadores, y la enlazan con una noticia de interés político mediante un fundido conceptual.

... la arquitectura no deriva de una suma de longitudes, anchuras y alturas de los elementos constructivos que envuelven el espacio, sino dimana propiamente del vacío, del espacio envuelto, del espacio interior, en el cual los hombres viven y se mueven. En otras palabras, empleamos como representación de la arquitectura la traslación práctica que el arquitecto hace de las medidas que la definen para uso del constructor. Para el fin de saber ver la arquitectura, esto equivaldría aproximadamente a un método que, para ilustrar una pintura, diese las dimensiones del marco o calculase por separado las superficies de cada uno de los colores.

... Las plantas. Hemos dicho que son una cosa abstracta, porque están completamente fuera de toda experiencia visual concreta de un edificio ... Cuando Le Corbusier habla del *plan générateur*, no contribuye al progreso de la comprensión de la arquitectura, sino que engendra en sus seguidores una **mística de la "estética de la planta"** que no es mucho menos formalista que la estética mural del *Beaux Arts*; mas con esto Le Corbusier pone de relieve la existencia de un estado "de facto". Las plantas son todavía uno de los medios fundamentales de la representación arquitectónica.

... Allí donde la "caja de muros" no se divide en planos, en paredes simples y autónomas entre sí, sino que es proyección del espacio interno, es decir, cada vez que esta caja sugiere temas prevalentemente volumétricos, la técnica representativa tiene que ser substancialmente distinta.

... Los auténticos críticos de la arquitectura son pocos y ... están anclados generalmente en los problemas de composición, en la secular batalla entre griego y gótico, entre gusto clásico "expresión de lo individual", entre formal y pintoresco, entre estático y móvil. Ni una sola palabra sobre espacio interno, y frecuentemente ni siquiera la intuición de él, la conciencia de su realidad. [ZEVI1951]

TRADUCCIÓN DEL INGLÉS AL CASTELLANO HISTORIETAS AMERICANAS PARA SER PUBLICADAS POR IBERNEMIS, UNA EDITORIAL ESPAÑOLA.



hasta Le Corbusier y aún más se remonta esta necesidad de imponer un orden simple y arquitectónico en el esquema de una sociedad humana y su equipamiento. A pesar de sus palabras desatadas y libertarias, la mayoría de megaestructuralistas querían que las ciudades tuvieran un orden que ellos pudieran comprender como arquitectos, no el tipo de orden que pueda nacer de los negocios, el transporte o cualquier otra cosa. [BANH1976]

Una importante facultad del programa es su capacidad de gobernar la computadora para que mantenga ciertas variables elegidas aleatoriamente (palabras o frases), que de este modo aparecerán y reaparecerán mientras se genera un nuevo bloque de prosa. Esto parece hilvanar algo que inicialmente podría pasar por un pensamiento coherente a lo largo de la copia te generada por la computadora ya que una vez que el programa se ejecuta, su salida no sólo es nueva y desconocida, es aparentemente razonable. Es un "pensamiento" loco, te lo garantizo, pero un "pensamiento" que está expresado en un inglés perfecto.

Bill Chamberlain [HOFS1995]

za?": Picasso decía "sentir horror de las personas que hablan de belleza", mientras que John Cage sólo la admitía en el azar y en la subjetividad: "La belleza aparece ahora en cualquier lugar hacia el que miramos". El conde Lautréamont lo formuló de manera más poética al esperar ver surgir la belleza del "encuentro fortuito, en una mesa de disección, de una máquina de coser y un paraguas".

[CARLOS GIMÉNEZ-1983]



Woody Allen, el número 1 ★★

What's up, Tiger Lily. Japón-EE UU, 1966 (80 minutos). Director: Woody Allen. Intérpretes: Miya Hana, Tatsuya Mihashi, Woody Allen. Woody Allen compró la película japonesa *Kagi no Kagi* y le puso unos nuevos diálogos, sin cambiar ni una escena, ni remontarla, para dar forma a esta delirante comedia en la que unos espías se enfrentan a los gángsters de turno por una receta de cocina.

SE LLAMABA TONY TANO, POR LO MENOS ESTE ERA EL NOMBRE CON EL QUE FIRMABA SUS TRABAJOS.



SÍ, PERO AQUÍ, CUANDO ESTÁN TORTURANDO AL PROTAGONISTA, HAS PUESTO QUE ESTE PIENSA: "YA SOLO ME QUEDAN POR PAGAR TRES LETRAS... Y LA FOTO ES MÍA". ESTO NO Pasa MUCHO.



EL LECTOR, QUE ES CAPAZ DE ACEPTAR QUE SUPERMAN NÚCLEO, QUE EL HOMBRE ARQUINIDO SE TIRE DESDE UN AVIÓN SIN PARACAYAS, LLEGUE AL SUELO ATRAPE A LOS PILLOS, Y LUEGO, TAN PICHU, DE UN SALTITO, REGRESE AL AVIÓN...



SUS HISTORIETAS ERAN TODO UN POEMA.



DE LOS PERSONAJES SOLO DIBUJABA LAS BOCAS Y ALGUNAS QUE OTRA MANO. EL RESTO ERAN "COQUES", FIGURAS PEGADAS RECORTADAS DE FOTOCOPIAS DE TRABAJOS ANTERIORES



Cuando era un niño, observé que mi madre y algunas de las mujeres del vecindario hablaban a sus flores cuando las regaban. Como niño me pareció extraño, pero cuando me hice mayor comencé a comprender. [ZAKI1997]

DISCUSIÓN

La mayor parte de los episodios comprendidos entre el 8 y el 20 de la película adjunta se han realizado con el objetivo de mostrar de forma visual, intuitiva y no demasiado soporífera el aspecto interior de las entidades *espaciales* generadas por el algoritmo descrito previamente. Al mismo tiempo dichos episodios pretenden comentar metafóricamente otras muchas cuestiones referidas a lo largo de esta tesis. La mayoría de los objetos que pueblan el escenario por el que se desplaza la *cámara* han sido elaborados no-automáticamente encadenando una serie de variantes sucesivas obtenidas con el programa anterior. Aplicando el método más típicamente empleado por los/las proyectistas para ensamblar cualquier diseño arquitectónico, los distintos conjuntos de curvas han sido proyectados y apilados a una cierta distancia en dirección perpendicular a su plano, al mismo tiempo que selectivamente algunas de las regiones previamente descubiertas se han convertido en nuevas superficies de división *espacial*. En los grupos de transformaciones afines, utilizados para la elaboración de estos conjuntos de curvas, se ha incluido casi siempre la transformación identidad para garantizar que algunos aspectos geométricos se conserven continuamente de unas variaciones a otras. Mediante esta sencilla treta heurística se pretende lograr que los objetos finales tengan una *apariencia arquitectónica* más convencional. Por último, los objetos se han dispuesto sobre una superficie extensa, que hace el papel de terreno natural, orientando su dirección de proyección horizontalmente o verticalmente.

En este punto es necesario aclarar que a lo largo de esta tesis se ha esquivado intencionada y prudentemente el debate especulativo sobre los límites de la racionalidad y sobre si la conciencia, la creatividad o el sentido del humor son procesos mecanizables. Este debate, probablemente más que ningún otro, sólo puede enfocarse con suficiente realismo teniendo en consideración el "efecto Eliza" (mencionado en [HOFS1979] y [HOFS1995]), es decir, la incontenible propensión humana a asignar contenido semántico a todo tipo de eventos y objetos [MCCO1991], a *dejar la puerta de servicio abierta* para la re-

entrada de "la materia totémica" [ROWE1981], y a interpretar animística y antropomórficamente todas sus experiencias.

...un programa bautizado ELIZA, escrito por Josep Weizenbaum, del MIT, en 1966, ELIZA deja de lado el verdadero procesamiento lingüístico, basándose en cambio en un astuto sistema, con pautas de respuesta bastante fijas que dan una imitación de la comprensión lingüística que a mucha gente le resulta convincente. Las respuestas del programa recuerdan las de los psicoanalistas: cada respuesta es tomada de un repertorio de frases almacenadas, o de pautas de frases, que se van asociando con palabras o pautas de palabras tomadas de declaraciones hechas por el "paciente". Por ejemplo, cada vez que se menciona la palabra "madre", el programa responde con una de varias frases hechas, como "Cuénteme algo más acerca de su madre". Si el paciente escribe en el teclado "Me siento algo cansado", ELIZA puede insertar parte de la frase del paciente en su respuesta: "¿Por qué se siente usted algo cansado?".

Aunque muchas de las palabras de "entrada" son despreciadas por el programa, hace falta todavía una biblioteca de pautas de significado muy grande para poder afrontar el gran número de entradas que potencialmente pudiera recibir ... ELIZA, señalaba Weizenbaum, operaba a un nivel extraordinariamente simple y superficial y, no obstante, mucha gente, engañada por sus respuestas, caía en la trampa de referirle sus problemas personales, como si la máquina fuese su psicoanalista. [WALT1982]

El efecto Eliza suele emplearse como argumento, tanto para discrepar sobre la utilidad del test de Turing, como para dudar de la existencia real de ciertas categorías imaginarias o fantasmales, o sea, tanto para argumentar sobre las limitaciones de las computadoras como para argumentar sobre las limitaciones de los seres humanos. Este omnipresente efecto cognoscitivo no sólo condiciona el modo en que estos interpretan el comportamiento de máquinas y ordenadores, sino también desde luego su percepción de los fenómenos naturales, de la conducta de los demás seres humanos e incluso de su propia actividad mental. Las personas tienden a charlar con sus plantas y animales de compañía, los escritores/as sienten cómo sus personajes parecen cobrar vida propia en el interior de sus cerebros, igual que les sucede a los pintores/as con sus dibujos, a los arquitectos/as con sus diseños (algunos afirman guiarse por *lo que el edificio quiere ser*)... e incluso a los malos/as jugadores/as de baloncesto les parece que el balón cobra vida propia mientras

tratan de botarlo. Es más, muchas estrategias de comportamiento de las personas, e incluso de los animales, sacan partido de dicho efecto, lo cual enreda la respuesta a cuestiones tales como ¿qué es un comportamiento inteligente?, o ¿qué comportamiento es más inteligente en una situación dada?...

... el caso del caballo Clever Hans (Hans el Listo), acaecido en 1904. Oskar Pfungst, el investigador que desveló el misterio de un animal que parecía tan inteligente como muchos seres humanos, describió la situación de manera muy gráfica: "Al final se había encontrado aparentemente lo que hacía tanto tiempo que se buscaba: un caballo que podía resolver problemas aritméticos, un animal que, gracias a un largo adiestramiento, no sólo dominaba algunos rudimentos, sino que aparentemente alcanzaba una capacidad de pensamiento abstracto que sobrepasaba, con mucho, las mayores expectativas de los más entusiastas." Hans también podía leer y comprender el alemán hablado.

Después de que grupos de especialistas hubieran puesto a prueba al caballo (a menudo en ausencia de su dueño, el señor von Osten) y aceptaran que no podía haber truco alguno, Pfungst decidió estudiar al animal en detalle. Pasados muchos meses descubrió el verdadero origen de la destreza de Hans: el animal observaba las pistas, tenues e involuntarias, que surgían invariablemente de su audiencia a medida que se acercaba al número correcto de golpes de su pezuña.

El hecho de que un simple caballo hubiera "embaucado" a la clase científica implicó una retirada completa de la investigación sobre el pensamiento animal. Antes del incidente fue corriente atribuir a los animales razón y pensamiento. El psicólogo inglés George J. Romanes puso tan bajo el listón en su libro de 1888 *Animal Intelligence* (Inteligencia animal) que hasta podía decirse que los moluscos eran racionales: "encontramos, por ejemplo, que una ostra saca partido de la experiencia individual, es decir, que es capaz de percibir nuevas relaciones y de actuar adecuadamente como consecuencia de sus percepciones". Romanes opinaba, en resumen, que si no actuaba el instinto, tenía que hacerlo la razón. Como resultado del incidente de Hans el Listo, la escuela de psicología conductista o behaviorista acabó dominando los estudios del comportamiento animal en el mundo anglo-sajón. Esta perspectiva reaccionaria no sólo negaba la existencia de instinto, conciencia, pensamiento y libre albedrío en los animales, sino también en los seres humanos. Como dijo en 1912 el fundador del conductismo, el psicólogo americano John B. Watson, en términos típicamente intransigentes, "la conciencia no es un término definido ni utilizable... La creencia en la existencia de la conciencia se remonta a los antiguos tiempos de la superstición y de la magia". [GOUL1999]

En cierto modo, este tema también está presente en el argumento auto-referencial de la famosa escena de *The Monty Python's Flying Circus*, en la que dos personajes discuten acerca de qué es discutir. Para uno de ellos, el objeto de una discusión es establecer una proposición, discutir no es contradecir, discutir es un proceso intelectual mientras que contradecir es sólo llevar la contraria automáticamente. El otro personaje parece no opinar del mismo modo. El argumento de esta escena establece una estructura interpretable a dos niveles, o en dos marcos de referencia diferentes: en uno de ellos la discusión es *real* mientras que en el otro es *virtual*. Cada fragmento del diálogo puede interpretarse en los dos sentidos. El espectador/a tiende a confundir ambos niveles, pero desde su punto de vista privilegiado es finalmente capaz de distinguirlos y de observar cómo el primer personaje en cambio parece cómicamente incapaz de diferenciarlos.

Muchos episodios de la película adjunta se han adornado con *mapeados* (imágenes proyectadas sobre los objetos descritos antes) y bandas sonoras elaborados empleando sobre-dosificadamente múltiples técnicas recursivas de *collage*. El título de la tesis tiene un aire de eslogan torpe, elegido intencionadamente: 'arquitectura artificial' no es una denominación que resulte paradójica, interpretada en un sentido convencional, como sucede sin embargo en cierto grado con 'arquitectura móvil', 'arquitectura evolutiva' o 'lógica borrosa'. La mayoría de la gente calificaría sin duda a los objetos arquitectónicos como artificiales, en vez de naturales. Pero 'arquitectura artificial' también puede entenderse de otro modo, aludiendo a los objetos arquitectónicos empleados *falsamente* para simular objetos arquitectónicos *verdaderos*, como por ejemplo las escenografías para cine, teatro o parques temáticos. Sin embargo, este punto de vista se basa en una distinción arbitraria entre lo *verdadero* y lo *falso*. La relación entre forma y función o contenido no está rígidamente determinada sino que depende complicadamente de multitud de factores. No tiene sentido preguntar cuál es la *verdadera* función de un objeto, dado que cualquiera de ellos puede ser usado de múltiples maneras en función del contexto y la situación. Hay que considerar también que la inmensa mayoría de las estructuras mercantiles y de los productos comercializados contienen aspectos

que son el resultado de simulacros tan superficiales como los de los escenarios teatrales. Esto es particularmente obvio en la ciudad *occidental* contemporánea: en las viviendas, centros comerciales, bares, tiendas, hoteles, edificios de oficinas, museos, etc. Todas las ciudades y entornos rurales en los que se pretende impulsar la actividad turística y comercial han sido y son convertidos, más o menos disimuladamente, en simulacros de lo que ahora se denomina parques temáticos. Al mismo tiempo, todas estas escenografías tampoco son tan *falsas*, en cierto sentido, dado que suelen estar escrupulosa y *verdaderamente* adaptadas a la función específica para la que son diseñadas, que es precisamente la función de simular y *cubrir las apariencias*.

En el capítulo quinto de [ZEVI1951] se exponen brevemente diversos puntos de vista en función de los cuales se ha interpretado comúnmente la arquitectura, y se analiza la consistencia de dichas interpretaciones. Estos puntos de vista están comprendidos substancialmente en tres grandes categorías: los que se refieren al contenido (interpretaciones políticas, filosófico-religiosas, científicas, económico-sociales, materialistas y técnicas), los fisiopsicológicos y los formalistas. Finalmente, y fuera de categoría, se menciona la interpretación espacial. A propósito de la interpretación técnica se indica:

La interpretación técnica prevalece en alto grado entre todas las interpretaciones positivistas. No cabe duda que la historia de la construcción es parte tan importante en la historia de un monumento que sin ella una crítica parece manca y abstracta; pero, se ha abusado tanto de la interpretación técnica que valdrá la pena razonar brevemente sobre ella.

Ante todo, parece absurda la tesis de que las formas arquitectónicas están determinadas por la técnica constructiva. Más bien asistimos frecuentemente en la historia al proceso inverso: las formas repiten una técnica ya superada en los hechos. Por ejemplo, las formas egipcias continúan modelándose según la apariencia de las maderas primitivas, cuando desde siglos el material adoptado era la piedra; los órdenes griegos obtienen sus perfiles de los elementos de madera del templo arcaico y los traducen en mármol; la sillería almohadillada del alto Renacimiento se trabaja en su cara aparente, de una forma que nada tiene que ver con el sillar de piedra real; el siglo XIX coloca falsos almohadillados sobre el revoque y almibara las paredes con mármoles y maderas pintadas; hasta las actuales construcciones de hormigón armado, en lugar de aprovechar las inmensas posibilidades de resistencia continua de un material que puede ser modelado anti-geométricamente como en la torre de Einstein de

Mendelsohn, lo constriñen en columnas y en vigas, repitiendo formas que son propias de la construcción metálica.

...

Los manuales de composición arquitectónica, dándose cuenta de semejantes dificultades han establecido una distinción entre construcción *real* y construcción *aparente*, entre ingeniería práctica e ingeniería estética. Han predicado que no basta que un edificio presente una solidez estructural efectiva: debe tener también una aparente, ¿y qué es esta solidez aparente? ¿Un revestimiento de piedra tosca de un espesor de dos centímetros que dé la impresión de que la casa está construida en piedra? ¿Dejar "llenos" o reforzar con sillares las esquinas de un edificio, cuando éstas pueden quedar completamente libres? La "solidez aparente" no es ley *a priori*: es sencillamente la antigua solidez, es decir, la costumbre a las relaciones de peso tradicionales. Por eso tienen razón los modernistas que juzgan que a una nueva técnica debe seguir una nueva sensibilidad estructural. [ZEV1951]

En cuanto a las populistas e ingenuas o puritanas interpretaciones formalistas en términos de una cualidad tan escurridiza, pluriempleada y maltratada como la "verdad", se dice:

... Se dice: "un edificio debe expresar lo que es, su propósito". Se contesta: "ni más ni menos de como un hombre debe expresar lo que es y el propósito de su vida". Quien sostenga que los hombres deberían andar desnudos para no esconder su realidad, y llevar escrito en la frente su nombre, apellidos, temperamento, intereses principales, profesión, etc., puede pretender que los edificios hagan otro tanto. También aquí es cuestión de buen sentido decir: no nos gustan los hombres que pretenden ser lo que no son, y así no nos gustan los edificios que se dan una falsa máscara, sea esta monumental o funcionalista. Una gran pared de vidrio que oculte la división entre pisos del edificio o, por el contrario, un gran salón que al exterior aparezca como si en realidad estuviera dividido en dos pisos, engaña, y el engaño, aun el menos nocivo, no es ciertamente recomendable;

...

¿Deben ser verdaderos o falsos los edificios? ¿Deben ser sinceros? No es necesario asumir un amenazador aspecto de inquisidor anglicano, como hacía Ruskin para responder afirmativamente ... Pero, atención, en este terreno de la verdad expresiva es muy fácil incurrir en equívocos asociativos y simbólicos. Cuando se dice que "la expresión de una cárcel debe ser: escarpados muros de sillares que den la sensación de no poderse escapar fácilmente", o que "las ventanas de un banco deben reducirse al mínimo aun a costa de sacrificar su funcionamiento técnico, a fin de dar una sensación de seguridad y de impenetrabilidad para los ladrones", o peor todavía, que una iglesia debe ser gótica, porque ése es el estilo religioso, o un palacio debe ser barroco, ya que solamente el

barroco da la sensación del lujo y de la grandiosidad, se pasa así del campo de la arquitectura a un vano y anacrónico diccionario de asociaciones arqueológicas y literarias, y a un hábito conformista. [ZEVI1951]

Según [ROWE1981]: "...la ciudad de la arquitectura moderna seguramente sobrevivirá durante largo tiempo en la literatura crítica del urbanismo como primordial ilustración de una tendencia irreprimible al apostolado". Sin duda, la mitología *moderna* ha promovido por ejemplo la aceptación ética de oscuras obsesiones arquitectónicas (unas veces más ficticiamente perturbadoras que otras) por *la verdad de la construcción* y por no construir *deshonestamente*. Los arquitectos/as e ingenieros/as frecuentemente argumentan sus decisiones a partir de *marcos de conocimiento* intuitivos, estrechos, superficiales, excesivamente generalizados o desplazados hasta convertirse en supersticiones vacías de contenido y de capacidad para representar hechos reales, y cuya consistencia no está garantizada en absoluto. Sin embargo, ello no impide que en muchas ocasiones los tomen por verdades *serias* e inmutables y apliquen sobre ellos a continuación de manera obsesiva, mezclando cómicamente flexibilidad y rigidez mental, una serie de razonamientos de apariencia lógica en busca de una anhelada *autenticidad* y consistencia global, inalcanzable, así al menos. Estas argumentaciones lógicas ensimismadas y amaneradas, que parecen *querer cobrar vida en el interior del cerebro*, ciegan ciertos puntos de vista que alumbrarían la posibilidad de modificar muchos de los aspectos considerados inmutables, y suelen desembocar en actitudes contradictorias. Se discute por ejemplo, ofuscada e inútilmente, sobre el número (aparente) de materiales con que debe construirse un edificio, como si se tratase del número máximo (aparente) de colores que debe llevar en su atuendo un hombre elegante (tres según ciertas opiniones). En este sentido, podría reutilizarse una simpática frase de Bruno Zevi para afirmar que aún ahora el diseño de arquitectura y el urbanismo, y en menor medida la construcción, "vegetan en un estadio antediluviano".

Hay que excusarse por ser sincero, ya que la sinceridad es una de las formas más agresivas de la mala educación. [CAND1985]

no sorprende que la facilidad del texto, la notoriedad del autor, su vetetismo o su condición de famoso televisivo resulte lo esencial y que proliferen las ediciones de encargo con su secuela de plagios y premios previsible cuya función más importante es la de servir al marketing del editor. Las fórmulas de éxito, ya sea tanto de contenido como de presentación, se repiten hasta la saciedad: basta observar a los llamados "grandes lanzamientos" que se copian y repiten unos a otros sin el menor decoro. Hemos

Muchas personas se han enojado ante la arrogancia y la vacía verborrea del discurso posmoderno y ante el espectáculo de una comunidad intelectual en la que todo el mundo repite frases que nadie entiende.

... Lo que es más grave, a nuestro entender, es el efecto nefasto que tiene el abandono del pensamiento claro sobre la enseñanza y la cultura. Los estudiantes aprenden a repetir y adornar discursos de los que no entienden nada. Hasta pueden, con suerte, llegar a ser profesores universitarios sobre esa base, convirtiéndose en expertos en el arte de manipular una jerga erudita. Al fin y al cabo, uno de nosotros consiguió en tan sólo tres meses de estudio, dominar suficientemente el lenguaje posmoderno como para publicar un artículo en una prestigiosa revista. Como ha señalado sagazmente la comentarista norteamericana Katha Pollitt, «el aspecto cómico del incidente Sokal reside en que sugiere que ni siquiera los posmodernos comprenden realmente lo que escriben sus colegas, y que se desplazan a través de los textos pasando de un nombre o de una noción familiar a otra como una rana que cruza un sombrío estanque saltando de nenúfar en nenúfar». Los discursos deliberadamente oscuros del posmodernismo y la falta de honradez intelectual que generan envenenan una parte de la vida intelectual y fortalecen el antiintelectualismo fácil, demasiado extendido ya entre el público. [SOKA1998]

sin embargo, la

televisión es uno de los símbolos más espectaculares de la democracia de masas, y ésta es, sin duda, una de las razones por las cuales se ve investida por todas las esperanzas y, al mismo tiempo, es incapaz de satisfacerlas. Evidentemente el mundo lo mejor, que su durísima noción sobre el universo mundo era un nunca un planteamiento

Otro intento de integración con elementos pictóricos, que va dando señales de agotamiento, consiste en la subdivisión de los muros de vidrio mediante una manguetería antinatural para buscar un efecto «Mondrianesco», que se acentúa coloreando con tonos puros algunos de los elementos de la cuadrícula resultante. Evidentemente, este es otro caso de sustitución, en lugar de integración, con el que se pretende añadir interés al absurdo tópico de la ventana total. [CAND1985] «... cuando deberían dedicar mucho más cuestiones estratégicas».

El aspecto y la distribución de los edificios en las ciudades responden a una combinación compleja de razones particulares, históricas, económicas, políticas, estéticas, funcionales, etc. Para dar una apariencia de *sensata* continuidad a las calles, en muchos lugares las autoridades establecen normas que favorezcan la uniformidad de estilo, la alineación de las cornisas, la ocultación de las paredes medianeras, etc. Concretamente estas últimas a menudo son consideradas definitivamente feas, tal vez porque reflejan ostensiblemente la tosca y arbitraria distribución de la propiedad del suelo y el hecho de que las ciudades evolucionan a base de sucesivos estratos temporales y remiendos no correlacionados (salvo por el hecho general de que están compuestos de objetos con aspecto de edificios, similares abstrayendo ciertos detalles específicos). En ocasiones, la *alineación estética* llega a convertirse en un fin en sí misma, que no es consecuencia de otros objetivos más profundos, de mayor alcance. Con estas normas se promueve *artificialmente* que determinados aspectos *superficiales* muy aparentes de los edificios resulten ficticiamente, y casi siempre anacrónicamente, coherentes en cierto rango de distancia. De este modo se pretende maquillar un hecho *políticamente* inconfesable: la inexistencia real de estrategias que controlen y organicen eficaz, global y flexiblemente los procesos de transformación de los sistemas urbanos, y el que todas las decisiones se toman en función de intereses y objetivos sumamente particulares y de corto alcance temporal y espacial.

De manera similar, ciertas comunidades de vecinos/as pretenden uniformar el aspecto de las modificaciones y los añadidos a las fachadas de los edificios correspondientes: toldos, carpinterías, etc. Esta estrategia estética proscribiera el *natural* pintoresquismo, e intenta preservar una clasificación perceptiva convencional, aunque arbitraria y casi totalmente desprovista de contenido funcional: la propiedad urbana generalmente está distribuida por viviendas, y no por bloques de viviendas. Este artificioso afán de clasificación y ordenación estética llevado a sus extremos, obligaría a exigir por ejemplo que todas las fachadas de una calle fuesen idénticas. Sin embargo, esto chocaría con otra convención perceptiva, como es la típica expectativa de cierta variedad aparente, también infundada en innumerables ocasiones: en la mayoría de los entornos urbanos, casi todos los edificios son *sustancialmente* equivalentes. favorable. Lo que intentan

No debe sorprender la ineficacia de muchas de las múltiples leyes y normas promovidas por las organizaciones políticas para regular aparentemente la *calidad* de los proyectos arquitectónicos, o de cualesquiera otros productos o servicios. En realidad, estas regulaciones casi nunca parten de un planteamiento suficientemente global del problema, sino que utilizan por el contrario una fragmentación arbitraria. Dichos reglamentos suelen predeterminar de forma explícita ciertas prácticas de *buen conducta* o especificar objetivos con distinto grado de generalidad, resultando en parte inflexibles y en parte ambiguos. El enfoque orientado a objetivos resulta más aparente y popular, y suele esconder fácilmente una indiferencia y un absoluto desconocimiento del modo en que dichos criterios se relacionan mutuamente. Oculta también la suposición injustificada de que dichos objetivos son *realistas*, es decir, que pueden cumplirse al mismo tiempo en cualquier caso real y que existe un proceso que conduce al cálculo de una solución que puede ser ejecutado por cualquier oficina de arquitectura o ingeniería. Se pone por tanto el *carro delante de los bueyes*, se olvida que *no por mucho madrugar amanece más temprano*, y las normativas resultantes son casi tan ridículamente ingenuas como un edicto para que todo el mundo sea feliz y para que no se muera nadie. Finalmente nadie respeta totalmente en realidad estas normativas, aunque los políticos/as pataleen, por el simple hecho de que es imposible hacerlo, y de muchas de ellas sólo se habla en las empresas de seguros, los juzgados y los periódicos. Esto no trata de ser una crítica despiadada a las torpes estrategias habituales, quizás su uso sea inevitable, con la disculpa de que *vale más lo malo conocido que lo bueno por conocer*, en tanto no se disponga de un conocimiento más preciso del complejo funcionamiento de los sistemas involucrados. Se trata en cambio de hacer patente que *quien hace la ley hace la trampa*, que esas normativas generan infinidad de artefactos imprevistos, que resultan ineficaces para controlar a gran escala tanto la *materia* *totémica* como la otra, y que no tiene el menor sentido elevar esas heurísticas a la categoría de principios metafísicos o éticos.

El que conozca lo que se llaman países desarrollados, aunque sea superficialmente, sabe cuánto de ese desarrollo es pura vanidad y tontería, puesto nada tiene que ver ni con la felicidad ni con la plenitud del hombre...

[DIES1996]

... Los intereses de esta industria se confunden y entremezclan con los de la sociedad a la que debía servir, y ya no se sabe si es más importante la supervivencia de la General Motors o la de todos nosotros.

[CAND1985] esto no es... cir, nada de esto debe ser publicado, es demasiado.

P. ¿Por qué se pu

R. Es una compañía que necesita publicidad. Su jefe tiene una larga historia de hacer anuncios prematuros a la prensa.

mundial asciende anualmente a unos 250 megabytes por cada hombre, mujer y niño. Estamos ahogándonos en un mar de información. Recordemos que 250 MB equivalen a unos 500 libros y que no todo el mundo lee.

... A pesar de todos los *start-up* considera que ape- todavia podía ha nas el 15% de los datos que cia, como Bertr maneja una empresa son los fundamento estructurados. Se refiere a seguir el premic datos *cuantificables*, como el movimiento mundial contra la guerra nuclear y presidir un tribunal internacional para

siempre a ochenta kilómetros de algo extraño. ¿Sabe que existe un Museo de la Menstruación?, está en New Carrollton, Maryland. Y hay también un Museo de Animales de Dos Cabezas, en Alemania, y una Sala Estadounidense de Exposición de Acciones Criminales ha hecho: su hija ha renunciado a sus planes de convertirse en artista "para explorar una carrera con un compromiso mucho más profundo con la honestidad y la sinceridad: relaciones públicas." En el libro, el origen de los museos está en los gabinetes de maravillas de los siglos XVI y XVII, las *wunderkammern*, que se basaban en gran parte en todas las cosas extraordinarias que trajo a Europa la Edad de los Descubrimientos y especialmente los viajes de Colón. Realmente fue una época fabulosa en la que las categorías preestablecidas desaparecieron, ciencia y arte confluían, se vivía en un continuo estupor, un asombro perpetuo...

"La producción

El término *minimal art*

se acuñó a finales de los años sesenta para definir un tipo de arte frío e inexpressivo, unas esculturas y objetos de apariencia neutra, forma geométrica y estructura repetitiva que se presentaron en las galerías de Nueva York. Aquella no-

Los artistas norteamericanos de los años sesenta, cuando recurrieron a la idea de realizar un arte basado en la evidencia de las proporciones, en las relaciones de contigüidad e igualdad, de repetición sin diferencias, de progresión secuencial, de plana monocromía, no dudaron en negar, sin reparos, su relación con el pasado.

del arte, la palabra minimalismo ha pasado de nombrar un movimiento a convertirse en adjetivo. De la misma manera que lo barroco y lo rococó se convirtieron en voces sinónimas de lo cargado y lo sobrecargado, lo minimal designa hoy aquello que es sobrio y contenido.

nomia. También hay una estrecha relación del *minimal* con la abstracción geométrica y el neoplasticismo. Sin embargo, fue la obsesión de los *pop* por neutralizar todo elemento expresionista del signo artístico y por acabar con la idea de la manufacturación artística la que condicionó el surgimiento de este movimiento terminal. La idea de módulo y serie constituyen ejes vertebrales de la creación minimalista, que se piensa en un espacio al margen de las perspectivas artísticas tradicionales. "La

idea del *minimal* se extiende a todos los ámbitos, incluso a la gastronomía, la economía y la política. Aquí se trata de lanzar miradas sobre las ideas de orden y armonía des ("nada de alusiones, nada de ilusiones")

mas ins... La discusión debería mas bien ser si muchas de las obras subversivas son tales; si los hipotéticos cuartos vaciados no están además vacíos, si no hay nada dentro, detrás y delante. Si no son sólo un producto más de la sociedad del espectáculo, vacíos, pues de todo significado. A menudo, buscan-

a ver cambios prácticos. Es obvio que para que sus preguntas no sean repetitivas, mis respuestas no sean repetitivas y sus lectores no se aburran, las condiciones tienen que cambiar, y podremos decir algo nuevo.

ciarse la casa entera. Ya dijeron los Dada que no hay nada más patético que un chiste repetido. O una intimidad manoseada. O una manufactura

el hundimiento del ideal renacentista, ese que permitía hermanar arte y ciencia, que no veía diferencia entre un dibujo bello y un dibujo útil.

"El minimalismo da fe de un concepto de razón que ha sido una guía de viajes para el arte moderno".

Lo mínimo del *minimal* se refiere no sólo a la reducción extrema de lo expresivo, sino, en general, de toda contaminación antropocéntrica del objeto; esto es, la producción de objetos artísticos que tratan de liberarse de la forma humana convencional de percepción y, sobre todo, de emoción. Algo así, en suma, como el grado cero de expresividad, o, si se quiere, como el colmo de la "higienización": nada de huella manual ni psicológica. En este sentido, se suele considerar el minimalismo como la culminación del movimiento moderno, según el canon creado al respecto por su sumo sacerdote, obsesionado por alcanzar la esencia de lo artístico como decantación de un objeto sin cualidades no digo ya literarias, sino estéticas. En principio, fue un

considera el silencio como el minimalismo total. Sobre la música silenciosa escribe en el catálogo, que desarrolla también, las expues

que fomenta la insaciabilidad de un tinglado que tiene más de industria de la improvisación en busca de beneficios que de instrumento de comunicación racional.

Frágiles egos interesados por nombrar a sus genes están generando una situación casi ridícula: las denominaciones múltiples parecen ser la norma, más que la excepción, y genes sin relación funcional entre sí llevan a menudo el mismo nombre.

Al secuenciar los genomas de la mosca del vinagre, el ratón, el ser humano y otros organismos biólogos se han encontrado con un grave problema de denominación de los genes que están descubriendo. En este campo reina una anarquía que se nutre de fuentes tan dispares como el rigor científico, los aspectos pintorescos y el ego.

La catarata de nuevos genes pone en evidencia la anarquía en sus nombres

Los primeros esfuerzos para normalizar la nomenclatura genética encuentran resistencia

"Hoy ningún sistema puede ser exhaustivo"

Los intentos de imponer denominaciones comunes a diferentes especialidades están encontrando una dura resistencia, y los métodos que proponen dar a los genes números de identidad únicos parece improbable que prosperen a no ser que las revistas científicas obliguen a adoptar este sistema.

Dos talleres de nomenclatura internacionales, celebrados en 1997 y en 1999, llegaron a la conclusión de que, aparte de entre los mamíferos, intentar estandarizar los nombres genéticos entre especies carecía de sentido. "Los genetistas preferían compartir el cepillo de dientes a compartir la denominación de un gen", admite

estableciendo vocabularios controlados. Estos permiten que un programa informático explore las bases de datos genómicas y vinculen genes relacionados entre sí utilizando palabras. Todos los laboratorios han tenido su propia política de atribución de nombres: a base de colores para los ge-

tura transversal por y arte de siglo que busca conceptos como el orden, depuración, esencialidad y reducción. Echan mano de

en esta nueva dimensión de pureza artística casi estereométrica. En cierta manera, se comprende que este reduccionismo, junto con el simultáneo del arte conceptual, literalmente dejaran al arte sin objeto y, como es difícil terminar con los objetos, pusieran punto final a la vanguardia.

cotidiana. Son claves de aproximación en una actitud artística hacia la depuración, el color único y la confusión sin fronteras.

maestros, los escolásticos del *minimal art*, los que rechazaron la etiqueta del minimalismo que impusieron desde los años sesenta en Estados Unidos. "Las ideas irracionales deben seguirse absoluta y lógicamente".

("para mí resulta fundamental no ensuciarme las manos; reivindicó el arte como pensamiento")

son los primeros herederos ("el orden no es racionalista o esas sus versiones personales cial, sino simple orden"), cas del minimalismo, antes de que el jardín zen.

"Pocas actividades tan ampliamente utilizadas han sido objeto, desde hace tanto tiempo, de tanta pereza intelectual, de tanto conformismo crítico y finalmente de tanta sumisión a las costumbres del momento. Media hora después se había terminado, y a continuación se desencadenó una redundancia abrumadora que duró semanas, y de hecho dura hasta ahora.

Solo quedaba la repetición, acompañada de una cháchara tan vacía que algunos canales optaron, reveladoramente, por reemplazarla por música de funeral.

representan diferentes tipos de redes que conforman la realidad: de los vasos sanguíneos a los mapas de carreteras, de las nervaduras de las hojas a las cortas astrales, de los sistemas orgánicos a la economía global.

que cuentan con ficheros de genes con el nombre asociado a su función. Pero, hoy por hoy, ningún sistema puede pretender ser exhaustivo y siempre utilizamos varios.

P. ¿Confía en el éxito de este tipo de iniciativas?

R. Por desgracia, en absoluto. Este esfuerzo es muy loable, pero la cantidad de informaciones ya acumulada es tal que temo que asistamos a una superposición de nomenclatura.

Las denominaciones actuales. Por ejemplo, la versión en la levadura del gen humano PMS1 que codifica una proteína reparadora del ADN, se llama PMS2; el PMS1 de la levadura corresponde al PMS2 humano.

Hay también una conciencia de que los genes pueden tener varias funciones, de forma que las denominaciones basadas en funciones conocidas hoy pueden provocar equívocos en el futuro. "Pasarán muchos años antes de que podamos ponernos de acuerdo en un conjunto de denominaciones".

A primera vista, el "«principio de economía de medios» es una noción de estricto corte estético, fundada en la convicción de que lo hecho con sencillez está hecho, por eso mismo, de forma óptima" [HILD1985]. Ya se trate de elaborar un modelo para representar algo, o se trate de diseñar un objeto para cualquier uso, se puede lograr un aire de eficiencia minimizando los medios empleados, aunque no se sepa cómo resolver el problema de forma óptima, y más aún si ni siquiera se sabe cómo medir la eficacia de cada solución. Cuando no se sabe qué o cómo optimizar, el único objetivo a la vista es la necesidad de economizar la expresión, y esto puede degenerar en una abstraída y superficial tendencia a minimizar los medios con la finalidad principal de minimizar los medios. Sin embargo, obviamente, éste nunca es el verdadero objetivo, por ejemplo el principio capitalista de tratar de obtener el máximo beneficio posible con la mínima inversión plantea la necesidad de balancear ambos factores hasta encontrar su relación óptima. También en este caso, y en determinadas condiciones bastante comunes, la competencia mercantil anima la tendencia a reemplazar el complejo objetivo principal, mejorar la calidad de los productos, por un objetivo secundario más asequible y simplificado, mejorar la apariencia de los productos.

[BART1970] contiene algunas reflexiones a propósito del haiku, un tipo de mini-poema japonés bastante inteligible, pero que no significa nada, y que permanece por tanto abierto a la asignación de significado de un modo particularmente servicial. Según se sugiere allí, la profundidad del haiku deriva de su simplicidad, en virtud de un doble mito, uno clásico que hace de la concisión una condición del arte, y el otro romántico que atribuye el premio de la verdad a la improvisación. El hechizo, desde el punto de vista *occidental*, del haiku es fruto de la ambigüedad producida por su brevedad y su generalidad. Sea cual sea el significado que se le atribuya, la mayor parte la pone el espectador/a. La atracción y el trucaje del celeberrimo e inevitable eslogan 'menos es más' se puede explicar del mismo modo. Esta frase puede interpretarse superficialmente como una paradoja absurda y sin sentido, si consideramos la palabra 'menos' como un antónimo de 'más'. Sin embargo, el modo común de interpretarla es como una sentencia incompleta y ambigua, y

entonces la apariencia paradójica suele diluirse por completo. De entre el indefinido número de afirmaciones que se pueden formar a partir de ella, completándola a medias con sentidos totalmente diferentes, convencional y arbitrariamente se suele escoger de manera implícita alguna de las siguientes: menos complicado es más simple, o más bello, o más barato, menos específico es más general, menos cantidad es más calidad... Resulta más o menos comprensible que este eslogan sea la mascota de aquellos/as que a través de sus acciones quieren inducir el mismo tipo de efectos especiales. En cambio, es inútil y contradictorio que lo adopten quienes infructuosamente pretenden producir objetos liberados de las formas humanas convencionales de percepción y emoción, y quienes pretenden abrazarse dogmáticamente a determinados artificios reguladores para imponer una racionalidad ficticia. El mismo mecanismo mental que les permite comprender el eslogan incompleto es responsable también de que sus pretensiones sean inútiles.

La mitología del movimiento moderno ha propagado un estilo internacional pretendidamente ordenado, claro, serio, elegante, esencial, auténtico, consistente, de *letrero rotulado a máquina*, que se ha convertido en un estándar del lujo, el esnobismo y el *buen gusto*, sustituyendo en parte al *estilo clásico*, y alcanzando a edificios de oficinas, vestíbulos de bancos y hoteles, tiendas lujosas, tanatorios, laboratorios, museos, villas selectas... y hasta viviendas protegidas. Este estilo decorativo resume innumerables intentos por alejarse lo más posible de las pistas falsas y las excepciones, del chiste fácil, de la *chabacanería*, del carnaval, de la exuberancia, del súper-esnobismo, del *feísmo*, del *letrero rotulado a mano*, y del *chabolismo* estético y, muchas veces, social. Es tópico, aunque insustancial, asociar el orden con la acción divina y el desorden con la acción del demonio. Gran parte de la arquitectura *moderna* se diseña como si se tratase frívolamente de la elaboración de precisos textos científicos o contratos legales. De modo inevitable estos textos suelen resultar espesos, al intentar comunicar casi siempre un mensaje complicado procurando imperiosamente proscribir los sentidos múltiples, sin lograrlo nunca del todo. Precisamente por ello resultan tan fáciles de parodiar (basta sacarlos de contexto por ejemplo). La estrategia alternativa, adoptada en muchos diseños

arquitectónicos, para intentar inútilmente eliminar el doble sentido es renunciar a *contar algo complicado*, dejando sin resolver multitud de cuestiones complejas y promoviendo involuntariamente la ambigüedad. "Esta ha sido la historia de la arquitectura y del urbanismo del siglo XX: la expulsión abierta de toda fantasía cultural deletérea y la proliferación simultánea de fantasía no concebida como tal" [ROWE1981]. En [KROL1983] se opina que la arquitectura ha parecido avergonzarse en muchas ocasiones de la espontaneidad colectiva: de las calles, de los mercados, del populismo, del mal gusto, de la inconsciencia, de la decoración, la mezcolanza y la ambigüedad. Según se indica, una tendencia parecida caracteriza por ejemplo a los diseñadores/as gráficos que suprimen las letras mayúsculas y hacen los textos ilegibles homogeneizando las cursivas (precisamente en los títulos de esta tesis se han independizado las letras mayúsculas de las minúsculas, escribiendo con las primeras los títulos de primer nivel y con las segundas los títulos de segundo nivel, para obedecer a un sentido del orden y un afán clasificador un tanto ridículo e inútil en este caso).

Piero Manzoni es un artista italiano que, como un comentario a propósito del culto mundial a la personalidad, produjo en 1961 una edición limitada de 90 pequeñas latas cada una de ellas supuestamente (¿?) rellena con 30 gramos de su propia mierda. Estas latas, envasadas y etiquetadas conforme a los estándares de la industria, y tituladas *Artist's Shit* o *Merde d'artista*, circularon durante muchos años por diferentes museos del mundo. En 1994 acabaron sus viajes en el museo Randers de Arte en Dinamarca. Desde entonces, numerosos expertos/as han intentado varias veces reparar las latas corroídas, pero no han sido capaces de detener el proceso de descomposición. Los rayos-X han revelado lo que parece ser unas latas más pequeñas dentro de las latas. El Museo Randers deberá ahora defenderse ante los tribunales de quienes reclaman que las latas han debido ser expuestas directamente a la luz solar.

La breve, ambigua, sugerente, y bastante fácil, parodia de Manzoni, se puede completar especulativamente de un modo similar a como se estimaba antes el relleno conceptual de la frase 'menos es más'. ¿Estarán las latas fraudulentamente vacías, igual que estaba desnudo el emperador del famoso cuento?. ¿O por el contrario Manzoni se preocupó por rellenarlas consistentemente de mierda verdadera?. Estas cuestiones sirven para ridiculizar algunas formas de pensamiento superficiales, obsesivas o alucinadas, preocupadas por la autenticidad y por intentar razonar coherentemente a partir de aspectos medio-conocidos, ocultos, intangibles, invisibles o a partir de dogmas heredados de *autoridades de rango superior*. Por ejemplo, de vez en cuando renace una clase de tendencias cinematográficas típicamente encabezada por críticos/as o directores/as que afirman fingidamente *no creerse* las secuencias construidas a partir del montaje de planos sucesivos. Estrambóticamente, estas dogmáticas personas afirman creer que la esencia del cine y del *realismo* sólo se puede alcanzar empleando la técnica del plano-secuencia. Tal vez tampoco estarían dispuestos a admitir que comprenden el significado de las latas de Manzoni mientras no pudieran comprobar que están en efecto rellenas de mierda.

En [MOLE2001] se indica que la obra del arquitecto inglés John Soane se puede catalogar en una tendencia conocida como *clasicismo romántico*. Dicha fórmula, atribuida al arquitecto e historiador británico Geoffrey Scott (*The Architecture of Humanism*, 1914), aparentemente contradictoria en sus términos, se utiliza para resumir "un ciclo artístico que encuentra los motivos para la creación tanto en la razón como en el impulso emocional" [MOLE2001]. Tal vez el tipo de tendencias, de *doble moral*, al que hacen referencia los párrafos anteriores debería llamarse más bien *romanticismo racional*. Sea cual sea la denominación elegida, se trata de una cómica mezcla de flexibilidad y rigidez mental, una conexión de estructuras conceptuales a diferentes niveles de abstracción. (En [HOFS1995] se plantean unos idealizados *problemas de analogía* con varias respuestas alternativas, algunas de las cuales se caracterizan precisamente también por una "combinación imposible de intuición y rigidez mental"; en [HOFS1989] se comparan dichas respuestas con algunos chistes populares en los que se manifiesta un efecto semejante.) La omnipresencia de este fenómeno no es nada sorprendente. En primer lugar, numerosos problemas, incluso rematadamente sencillos, carecen de una solución consistente. En segundo lugar el ser humano no tiene capacidad mental para contemplar la mayoría de los complejos problemas reales desde una perspectiva suficientemente amplia como para descubrir una solución multi-consistente, si es que existiera. Por último, la tendencia más común, aunque a menudo subconsciente, es enfocar y hacer públicas las formas de pensamiento aparentemente correctas y ocultar prudentemente (*incluso a uno mismo*) los inconfesables aspectos indeterminados e intuitivos bajo un telón de ambigüedades, romanticismo u oscuras mitologías. En [VENT1977] se recoge la siguiente cita de Alan Colquhoun, a propósito de la *doctrina* del movimiento *moderno*: "lo que aparece en la superficie como una disciplina rígida y racional resulta ser, paradójicamente, una fe mística en el proceso intuitivo".

En la película de 1957 *The Bridge on the River Kwai*, dirigida por David Lean, se parodia dramáticamente la locura de ciertas actitudes perseverantes de apariencia racional basadas en preconcepciones ingenuas, irracionales, desplazadas o definitivamente huecas, y se hace explícita su tendencia a auto-ridiculizarse: en un campo japonés de prisioneros británicos en Siam, durante la segunda guerra mundial, dos honorables oficiales, el coronel británico Nicholson (Alec Guinness) y el coronel japonés Saito (Sessue Hayakawa), libran una batalla ética rigurosamente basada en extraños códigos de honor y en la Convención de Ginebra, que les conduce hasta extremos insospechados, intercambiando sus papeles sucesivamente hasta que resulta imposible reconocer para qué bando trabaja cada uno de ellos.

...Pitágoras, en efecto, había descubierto una notable relación entre los números y los sonidos musicales. Al pulsar la cuerda tensa de una guitarra se emite un sonido musical. La altura de la nota producida depende de la longitud de la cuerda pulsada. El músico, al tocar un instrumento de cuerda, va generando sonidos de diferentes tonos mediante la modificación de la longitud de la cuerda vibrante. La sorprendente observación de Pitágoras consistió en percatarse de que los sonidos generados por cuerdas son armoniosos si la razón de sus longitudes era la de números enteros, 1:2, 2:3, 3:4 o 5:8, pongamos por caso. La armonía musical podía explicarse así mediante números. Tal descubrimiento tenía para los pitagóricos significado místico. Llegaron a la conclusión de que todas las relaciones de la naturaleza eran expresables mediante razones de enteros; en consecuencia, se hallaban convencidos de que las razones de distancias entre los cuerpos celestes habían de corresponder a razones de longitudes de cuerdas armoniosas. Por tanto, las esferas celestes producían en su rotación sonidos armoniosos, que solamente los iniciados podían oír. Tal era la música de las esferas a la que con tanta frecuencia se alude en la literatura. Es muy posible que la noción pitagórica de armonía celestial fuera el primer modelo abstracto que se propuso explicar complejos fenómenos de la naturaleza por medio de una teoría matemática sencilla y coherente. [HILD1985]

¿Lograría ganar un oso hormiguero un concurso de arquitectura, con jurado, para diseñar un oso hormiguero?

...Y si Kirk hubiera diseñado una plaza de toros en la parcela del concurso en vez de un palacio-de-congresos-y-arte-antiguo-y-moderno en la parcela de al lado, ¿habría sido elegido capitán del Enterprise?... ¿Y si hubiera diseñado un palacio-de-congresos-y-arte-antiguo-y-moderno en una parcela propiedad de un amigo?... ¿Y si en vez de esto hubiera diseñado unas viviendas de lujo en la parcela del amigo?...

produciendo auto-semejantes pero no auto-identicas analogías. Como si fueran infinitas reflexiones en un espejo imperfecto.

La **tercer** categoría es la que él denomina "riesgo virtual". Y es esta categoría la que, según él, ha generado "la manía colectiva" que se ve hoy día en las sociedades de Occidente y que ha creado en muchos casos problemas políticos y económicos de primer orden. ¿Qué es un riesgo virtual? Uno que no es del todo real, explica "Los científicos no están de acuerdo. No existen pruebas demostrables. Se basa en una hipótesis".

un grupo de expertos opina que es peligroso para la salud; otro, que no. Pero ninguno de los dos ha podido comprobar su hipótesis con el rigor y certeza que la ciencia exige. "Para la gente común y corriente para los que no son científicos nucleares o epidemiólogos o expertos sobre el medio ambiente, acaba siendo una cuestión no de verdad objetiva, sino de lo que uno cree", dice "Y lo que uno cree depende de lo que quiere creer y en quién confía. Todos tenemos nuestros filtros perceptivos, que son el producto de toda nuestra experiencia anterior; cuanto más ambigua la ciencia, más fuerte la influencia de nuestros propios filtros". Pero lo más extraordinario de todo es que los europeos hayan reaccionado casi como lo hicieron sus antepasados en la Edad Media ante la peste bubónica.

El problema es que a pesar de que no existen respuestas a estos problemas, los Gobiernos se empeñan en actuar como si las hubiera y toman decisiones que deberían de corresponder a los individuos.

... recuerdo la fruición casi religiosa con que un amigo arquitecto me describía una fachada que había visto en Alemania, de 100 m de largo, con cristales ahumados, con el perfil de sostén detrás, en los que no se veía "ni una junta, de modo que parecía un solo cristal sin herrera". Esto le producía una embriaguez casi religiosa, por un hecho de escaso valor, sin dificultad técnica verdadera y sin significación como hecho artístico. Contra esta seducción del poder, la riqueza y la eficacia sin contenido, debemos reaccionar. [DIES1996]

Los Muros Cortina Tradicionales cuentan, a pesar de su moderno aspecto exterior, con importantes y conocidos problemas. (Efecto invernadero, sobrecalentamiento, baja transmisión luminosa, poca aislamiento térmico, poca estabilidad térmica, bajo aislamiento acústico, altos costes de calefacción y refrigeración, deformación de la imagen...)

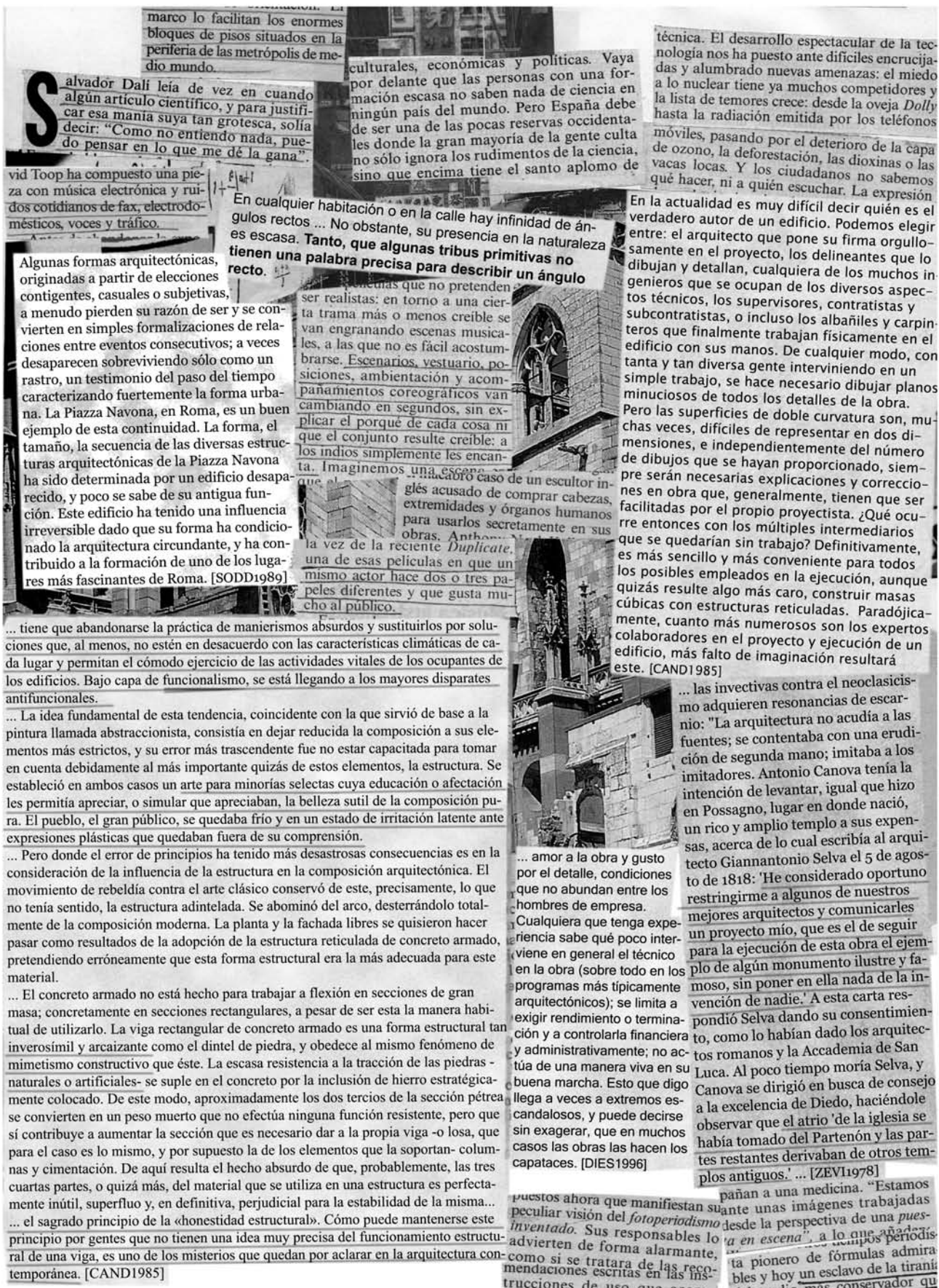
La arquitectura moderna reciente ha logrado cierto formalismo rechazando la forma, ha promovido el expresionismo ignorando el ornamento y ha deificado el espacio rechazando los símbolos. Confusiones y paradojas son el resultado de esta situación desagradablemente compleja y contradictoria. Irónicamente glorificamos la originalidad imitando las formas de los maestros del movimiento moderno. [VENT1977]

Recientemente, la joven estrella del tenis Mónica Seles fue apuñalada mientras jugaba en una pista en Alemania. Inmediatamente, la gente -especialmente otras estrellas tenísticas- comenzaron a preocuparse sobre la seguridad en las pistas de las demás jugadoras de tenis. Hubo desde luego alguna preocupación acerca de los varones, pero definitivamente menor. Y desde luego hubo más preocupación acerca de esa pista particular, y acerca de las demás pistas de Alemania, que sobre otras pistas u otros países. Tal vez las estrellas de cualquier deporte similar al tenis comenzaran a preocuparse públicamente acerca de su seguridad personal. ¿Pero crees que los/las profesionales del juego de los bolos o los/las golfistas profesionales comenzarían a contratar guardaespaldas a causa de ese incidente?. Lo dudo seriamente.

¿Y por qué restringimos tácitamente nuestra discusión a las figuras del deporte? ¿Qué hay de los/las cantantes? ¿Qué pasa con los autores/as? Quizás yo, como profesor, debería haber comenzado a preocuparme por que pudieran apuñalarme cuando -¿cuando qué? ¿Cuándo entrase en una pista de tenis (especialmente en Alemania)? ¿O cuando caminase delante de la pizarra? ¿O qué? ¿Debería haberme preocupado más si yo hubiera sido una profesora, o si me llamara "Mónica", o si fuera un experto jugador amateur de tenis, o las tres cosas a la vez? No parece muy verosímil. Las variaciones tan alejadas del núcleo del tema parecen traídas por los pelos. Parece que estas ideas están considerablemente más allá de los bordes borrosos de la esfera. ¿Pero cómo sabe uno esto intuitivamente? [HOFS1995]

... la arquitectura pseudo-moderna que infesta nuestras ciudades y que de moderno no tiene sino una insignificante y estúpida "falta de decoración" [ZEV1951]. Es más, cuando la ausencia de decoración se convierte en un objetivo autónomo, y se concentra casi toda la atención aisladamente en la composición de huecos, entrantes y salientes de una fachada, o en la elección y el detallado de selectos recubrimientos constructivos, el diseño de arquitectura se reconvierte a un decorativismo idéntico al que pretendía combatir. El resultado es un tragicómico kitsch moderno que está presente también en vestidos cortados y estampados al estilo Mondrian, en platos de restaurantes modernos con los alimentos dispuestos a la Kandinsky, etc. ¿No es un artificio cultural cómico y excéntrico que el diseño de un alzado, o la planta de un edificio, una plaza o un parque, adopten intencionadamente patrones compositivos y estéticos importados de cierto tipo de famosos cuadros abstractos?, ¿o que su distribución espacial homenajee a las esculturas minimalistas?, ¿o que ciertos fragmentos de la sección de un edificio célebre sean imitados por la planta de otro?, ¿o incluso que cierto aspecto de un edificio sea diseñado como una mutación de un aspecto diferente de un edificio enormemente distinto?... Debe observarse que cada una de estas analogías es extremadamente manierista y superficial dado que, para que cada pareja encaje, las estructuras conceptuales correspondientes deben ser previamente vaciadas de la mayor parte de su contenido habitual. En [VENT1977] se recogen otras muchas aclaraciones y ejemplos acerca del simbolismo y la iconografía aplicados por los arquitectos modernos en sus diseños, en sustitución del viejo simbolismo ("eclecticismo histórico-romántico"), para ilustrar "la tendencia del arquitecto moderno a glorificar la originalidad copiándola". ¿No son los guiños mencionados antes semejantes por ejemplo a la imitación que hace el hotel-casino Venetian en Las Vegas de la plaza de San Marcos en Venecia (con góndolas y todo), aunque dirigidos a un grupo social distinto del denominado clase media-media en [VENT1977]?... En fin, todas estas explicaciones no deben considerarse como otro sermón crítico de ideología moderna (o más bien meta-moderna), sino como la manifestación de un fenómeno absolutamente universal.

hay aspectos mucho más simples como la aritmética o la probabilística aplicados, por ejemplo, a la percepción del riesgo. No es concebible que alguien pueda sentir miedo a riesgos estadísticamente pequeños y, en cambio, ignore los mayores. En Estados Unidos existe temor a viajar a Europa o a otros puntos del planeta por el riesgo de atentados terroristas. Pero a nadie parece importarle la posibilidad de un accidente automovilístico, muchísimo mayor. Para entender los números es imprescindible emplear la lógica, el sentido común y el escepticismo. Es algo que debería formar parte de la cultura popular y, por desgracia, no es así.



marco lo facilitan los enormes bloques de pisos situados en la periferia de las metrópolis de medio mundo.

Salvador Dalí leía de vez en cuando algún artículo científico, y para justificar esa manía suya tan grotesca, solía decir: "Como no entiendo nada, puedo pensar en lo que me dé la gana".

vid Toop ha compuesto una pieza con música electrónica y ruidos cotidianos de fax, electrodomésticos, voces y tráfico.

Algunas formas arquitectónicas, originadas a partir de elecciones contingentes, casuales o subjetivas, a menudo pierden su razón de ser y se convierten en simples formalizaciones de relaciones entre eventos consecutivos; a veces desaparecen sobreviviendo sólo como un rastro, un testimonio del paso del tiempo caracterizando fuertemente la forma urbana. La Piazza Navona, en Roma, es un buen ejemplo de esta continuidad. La forma, el tamaño, la secuencia de las diversas estructuras arquitectónicas de la Piazza Navona ha sido determinada por un edificio desaparecido, y poco se sabe de su antigua función. Este edificio ha tenido una influencia irreversible dado que su forma ha condicionado la arquitectura circundante, y ha contribuido a la formación de uno de los lugares más fascinantes de Roma. [SODD1989]

... tiene que abandonarse la práctica de manierismos absurdos y sustituirlos por soluciones que, al menos, no estén en desacuerdo con las características climáticas de cada lugar y permitan el cómodo ejercicio de las actividades vitales de los ocupantes de los edificios. Bajo capa de funcionalismo, se está llegando a los mayores disparates antifuncionales.

... La idea fundamental de esta tendencia, coincidente con la que sirvió de base a la pintura llamada abstraccionista, consistía en dejar reducida la composición a sus elementos más estrictos, y su error más trascendente fue no estar capacitada para tomar en cuenta debidamente al más importante quizás de estos elementos, la estructura. Se estableció en ambos casos un arte para minorías selectas cuya educación o afectación les permitía apreciar, o simular que apreciaban, la belleza sutil de la composición pura. El pueblo, el gran público, se quedaba frío y en un estado de irritación latente ante expresiones plásticas que quedaban fuera de su comprensión.

... Pero donde el error de principios ha tenido más desastrosas consecuencias es en la consideración de la influencia de la estructura en la composición arquitectónica. El movimiento de rebeldía contra el arte clásico conservó de este, precisamente, lo que no tenía sentido, la estructura adintelada. Se abominó del arco, desterrándolo totalmente de la composición moderna. La planta y la fachada libres se quisieron hacer pasar como resultados de la adopción de la estructura reticulada de concreto armado, pretendiendo erróneamente que esta forma estructural era la más adecuada para este material.

... El concreto armado no está hecho para trabajar a flexión en secciones de gran masa; concretamente en secciones rectangulares, a pesar de ser esta la manera habitual de utilizarlo. La viga rectangular de concreto armado es una forma estructural tan inverosímil y arcaizante como el dintel de piedra, y obedece al mismo fenómeno de mimetismo constructivo que éste. La escasa resistencia a la tracción de las piedras naturales o artificiales se suple en el concreto por la inclusión de hierro estratégicamente colocado. De este modo, aproximadamente los dos tercios de la sección pétrea se convierten en un peso muerto que no efectúa ninguna función resistente, pero que sí contribuye a aumentar la sección que es necesario dar a la propia viga -o losa, que para el caso es lo mismo, y por supuesto la de los elementos que la soportan- columnas y cimentación. De aquí resulta el hecho absurdo de que, probablemente, las tres cuartas partes, o quizá más, del material que se utiliza en una estructura es perfectamente inútil, superfluo y, en definitiva, perjudicial para la estabilidad de la misma... el sagrado principio de la «honestidad estructural». Cómo puede mantenerse este principio por gentes que no tienen una idea muy precisa del funcionamiento estructural de una viga, es uno de los misterios que quedan por aclarar en la arquitectura contemporánea. [CAND1985]

culturales, económicas y políticas. Vaya por delante que las personas con una formación escasa no saben nada de ciencia en ningún país del mundo. Pero España debe de ser una de las pocas reservas occidentales donde la gran mayoría de la gente culta no sólo ignora los rudimentos de la ciencia, sino que encima tiene el santo aplomo de

En cualquier habitación o en la calle hay infinidad de ángulos rectos... No obstante, su presencia en la naturaleza es escasa. Tanto, que algunas tribus primitivas no tienen una palabra precisa para describir un ángulo recto.

... que no pretenden ser realistas: en torno a una cierta trama más o menos creíble se van engranando escenas musicales, a las que no es fácil acostumbrarse. Escenarios, vestuario, posiciones, ambientación y acompañamientos coreográficos van cambiando en segundos, sin explicar el porqué de cada cosa ni que el conjunto resulte creíble: a los indios simplemente les encanta. Imaginemos una escena que el caso de un escultor inglés acusado de comprar cabezas, extremidades y órganos humanos para usarlos secretamente en sus obras. Anthony... la vez de la reciente *Duplicate*, una de esas películas en que un mismo actor hace dos o tres papeles diferentes y que gusta mucho al público.

técnica. El desarrollo espectacular de la tecnología nos ha puesto ante difíciles encrucijadas y alumbrado nuevas amenazas: el miedo a lo nuclear tiene ya muchos competidores y la lista de temores crece: desde la oveja *Dolly* hasta la radiación emitida por los teléfonos móviles, pasando por el deterioro de la capa de ozono, la deforestación, las dioxinas o las vacas locas. Y los ciudadanos no sabemos qué hacer, ni a quién escuchar. La expresión

En la actualidad es muy difícil decir quién es el verdadero autor de un edificio. Podemos elegir entre: el arquitecto que pone su firma orgullosamente en el proyecto, los delineantes que lo dibujan y detallan, cualquiera de los muchos ingenieros que se ocupan de los diversos aspectos técnicos, los supervisores, contratistas y subcontratistas, o incluso los albañiles y carpinteros que finalmente trabajan físicamente en el edificio con sus manos. De cualquier modo, con tanta y tan diversa gente interviniendo en un simple trabajo, se hace necesario dibujar planos minuciosos de todos los detalles de la obra. Pero las superficies de doble curvatura son, muchas veces, difíciles de representar en dos dimensiones, e independientemente del número de dibujos que se hayan proporcionado, siempre serán necesarias explicaciones y correcciones en obra que, generalmente, tienen que ser facilitadas por el propio proyectista. ¿Qué ocurre entonces con los múltiples intermediarios que se quedarían sin trabajo? Definitivamente, es más sencillo y más conveniente para todos los posibles empleados en la ejecución, aunque quizás resulte algo más caro, construir masas cúbicas con estructuras reticuladas. Paradójicamente, cuanto más numerosos son los expertos colaboradores en el proyecto y ejecución de un edificio, más falta de imaginación resultará este. [CAND1985]

... las invectivas contra el neoclasicismo adquieren resonancias de escarnio: "La arquitectura no acudía a las fuentes; se contentaba con una erudición de segunda mano; imitaba a los imitadores. Antonio Canova tenía la intención de levantar, igual que hizo en Possagno, lugar en donde nació, un rico y amplio templo a sus expensas, acerca de lo cual escribía al arquitecto Giannantonio Selva el 5 de agosto de 1818: 'He considerado oportuno restringirme a algunos de nuestros mejores arquitectos y comunicarles un proyecto mío, que es el de seguir para la ejecución de esta obra el ejemplo de algún monumento ilustre y famoso, sin poner en ella nada de la invención de nadie.' A esta carta respondió Selva dando su consentimiento, como lo habían dado los arquitectos romanos y la Accademia de San Luca. Al poco tiempo moría Selva, y Canova se dirigió en busca de consejo a la excelencia de Diedo, haciéndole observar que el atrio de la iglesia se había tomado del Partenón y las partes restantes derivaban de otros templos antiguos." ... [ZEV1978]

... puestos ahora que manifiestan su peculiar visión del fotoperiodismo inventado. Sus responsables lo advierten de forma alarmante, como si se tratara de las recomendaciones escritas en las instrucciones de uso que acompañan a una medicina. "Estamos ante unas imágenes trabajadas desde la perspectiva de una puesta en escena", a lo que añaden: "ta pionero de fórmulas admirables y hoy un esclavo de la tiranía del medio mas conservador que

Los primeros trabajos sobre comprensión del lenguaje a cargo de programas de ordenador comenzaron en los años cincuenta, encaminados a la mecanización de traducciones. El enfoque general dado al problema fue el de suministrar para cada palabra del texto a traducir un equivalente tomado del diccionario; se añadían reglas sencillas para reordenar las palabras de la traducción y mejorar la sintaxis. Fue un fracaso. Se dice que cuando la frase "El espíritu está pronto, pero la carne es débil" fue traducida del inglés al ruso, el resultado fue: "El vodka es fuerte pero la carne está podrida". Quedó demostrada la imposibilidad de traducir bien sin comprender el significado.

[WALT1982]

Los escritores literarios conocen las herramientas informáticas para crear un best seller en un pisapés. Por menos de 50.000 pesetas se pueden conseguir programas que ayudan a realizar esbozos, crear personajes, plantear escenas y tejer hilos de argumentos, que resultarán muy útiles para construir una novela de éxito o un guió. Ayudan a controlar la trama, pero, el escritor...debe escribirla. La excepción, que ofrece catálogos de escenas ya escritas.

"Bienvenido al programa de creación literaria. Vamos a escribir un cuento. En primer lugar necesitamos un protagonista. Vaya contestando a las preguntas. ¿Es un hombre o una mujer? ¿De qué edad? ¿Cómo se llama? Perfectamente: escriba ahora una descripción física del personaje".

"Ahora dígame usted lo que él o ella quiere conseguir en el cuento: puede ser un tesoro, o el corazón de otra persona, pero para que haya narración hace falta que pretenda algo". Bien: ahora nos hace falta un antagonista...".

Programas de ordenador de este estilo existen desde hace años (en lo que conozco, sólo para el inglés). Pueden ser una buena guía para escritores principiantes: planifican en cierto modo la escritura, llaman la atención sobre problemas típicos, y acompañan a lo largo de todo el proceso. Realmente no entienden lo que el autor va escribiendo, pero tienen estrategias muy simples: si el que lo usa ha escrito un párrafo y luego no retoca nada, es muy probable que sea demasiado fatuo para convertirse en un buen escritor...

Como gran parte de las últimas vanguardias electrónicas, intenta aprovechar los errores digitales (*glitch*) incentivando fallos en los algoritmos de Inteligencia Artificial que animan el sistema, con la esperanza de que los ordenadores adquieran un comportamiento errático que aporte características novedosas a la creación.

En 1981 los profesores Obata y Bakergem de la universidad de Delft observaron que un trazador

de plumas -de los de antes de que se desarrollase la técnica del chorro de tinta- con una plumilla un poco suelta producía un dibujo con los trazos temblones, que parecía hecho a mano.

El fundamento de las ciencias de la información y de la comunicación del futuro.

"El arte urbano es algo espontáneo, efímero y anónimo".

¿basura?

"Una intervención del artista en la ciudad".

"Algo social".

¿Q
EL
tista?

Nuestros proyectos son instalaciones híbridas basadas en el reciclaje de los sistemas de información, que cuestionan el paradigma de una sociedad donde la abundancia de información sólo es equiparable a su ausencia de contenido".

Se admite la posibilidad de elegir es por fuerza más deseable e intrínsecamente motivador".

El escritor en apuros puede visitar una tienda para escritores fundada en 1982, que ofrece la posibilidad de comprar en Internet todo tipo de software para crear una historia. Así, no resulta difícil manejar elementos como la estructura y el argumento, definir el carácter de los personajes y crear los conflictos necesarios para que la narración resulte eficaz. Para dar los primeros pasos en la construcción de un best seller,

programas que crean textos a partir de semillas que mete el usuario. La mayoría se presentan como generadores de poemas, y en muchos casos llevan el adjetivo "surrealistas" o "posmodernos". La razón es que no son muy finos, y las acumulaciones aleatorias de frases que producen sólo se pueden interpretar (con un poco de esfuerzo) como poesía. Sin embargo, habrían hecho las delicias del Taller de Literatura Potencial (OULIPO) un movimiento francés iniciado en 1960, y que se dedicó a la creación aleatoria, utilizando temáticamente ordenadores.

¿Cómo actúan? Pueden pedir tres o cuatro palabras, o una frase, y ellos dan un poema que las incluye.

La vida vecinal" La generación de textos por reciclaje está haciendo tiempo presente en el sitio.

Esta gente re-partida por todo el mundo está creando una fuente que otras personas pueden utilizar libremente. Es una labor muy importante para la cultura.

La industria de contenidos va a usar su poder para protegerse de manera que mine la posibilidad para el intercambio libre para mucha gente de otros países que quiera aprovechar la oportunidad que la creatividad en el ciberepacio podría crear.

fichas para que el autor especifique la entereza, inteligencia, agilidad, aguante, carisma y suerte de cada uno de los personajes. Basa-

es una aplicación pensada para crear guiones de cine y televisión. Cuesta 23.000 pesetas, y permite al guionista realizar modificaciones sin que puedan surgir despistes que den al traste con la trama. Mide los tiempos de las escenas y presenta el guión como lo hacen los profesionales de Hollywood.

generador de libertad que produce los típicos párrafos en que las empresas describen su objetivo (traduzco del inglés): "Nuestro compromiso es simplificar dramáticamente productos virtuales de modo que podamos promover profesionalmente tecnología de bajo riesgo". Programas como éste son el descendiente digital de un cuadro, que hace años circulaba mucho por las oficinas, con el que se podían crear frases burocráticas. Ahora

turadas de referencias. ¿Es éste el libro con el que soñaba Walter Benjamin "compuesto completamente de citas"? Muy fina es la ironía de Steiner cuando responde: "Carezco de la originalidad necesaria".

ciencia lingüística -en paralelo a su objeto- se abre a la vez al estudio de la multiplicidad de lenguas y a la búsqueda de los universales, esos destellos de un grail único. Por lo pronto, la literatura es el reino en el que Steiner ha encontrado ya a "los príncipes del lenguaje", capaces de escribir en idiomas distintos (y hasta de autotraducirse): los trovadores, Lewis Carroll, Joyce, Samuel Beckett o Borges, a cuya Biblioteca de Babel aspira este libro (incluida su espléndida

poética. Si la diversidad de lenguas y de códigos es un factor de humanidad, la traducción -"transformación ubicua"- se erige aquí en centro simbólico de la cultura.

Steiner no equipara la multiplicidad de lenguas a la riqueza, sino a algo mucho más noble: la libertad.

Dicho con metáforas que ya conocemos, la diversidad de gramáticas está en la base de la creatividad. Ahora bien, si

humor: www.generadordebiografias.com Todo el mundo puede conseguir una brillante biografía en formato periodístico.

Basta rellenar un cuestionario con datos personales y el generador de biografías se encarga de crear a partir de ellos una historia personal de lo más espectacular. Aunque cualquier parecido con la realidad sea pura casualidad.

de conocimiento) y aquel proverbio que avisaba que la sabiduría engendra tristeza.

En el reciclaje literario, lo más brillante es la *cut-up machine* que William Burroughs descubrió en París, en 1959, gracias al pintor Brion Gysin. Es un método de composición mecánica. Burroughs cortaba pasajes de su prosa para volverlos a pegar al azar. Lo hizo en *Naked Lunch* y *Nova Express*. Los fans de Burroughs podrán meter sus textos en la *cut-up machine* y mezclarlos con *Almuerzo Desnudo*.

Por pura honestidad, a continuación pretendo aclarar la *aparentemente deshonesta y poco sincera* estrategia empleada en este documento al citar, con exceso, textos procedentes de fuentes diversas. En primer lugar, de acuerdo con los argumentos expuestos a propósito de los procesos cognoscitivos humanos en otros contextos, la selección de un fragmento de la obra de otro autor/a o autores/as es obviamente una operación extremadamente manipuladora. De dicho fragmento sólo puede afirmarse positivamente que transporta un leve rastro de las intenciones originales de su autor/a, es decir, que representa un subconjunto mínimo de sus conocimientos que, probablemente, dependía de un modo no despreciable del resto de su sistema de ideas. Así pues, debe ser casi imposible interpretarlo aisladamente en el mismo sentido que lo interpretaba el autor/a o los autores/as, y es bastante ridículo pretender obcecadamente que representa su auténtico pensamiento. Pero es que, además, dichos fragmentos en muchas ocasiones han sido traducidos al español (por quien escribe, y no soy precisamente un traductor profesional), insertados en un contexto diferente del original, y finalmente deberán ser interpretados por el lector/a que los imbricará en su propia red semántica. ¿Cómo podría garantizarse así que no se producirá un *desplazamiento semántico*? ¿no podría suceder, como en el juego infantil de los disparates, que casualmente algún lector/a percibiera nuevos significados emergentes, con el consiguiente efecto cómico? Por estos motivos, para no engañar a nadir pretendiendo que no hay engaño, debo manifestar que no me causa ningún trauma moral (sino más bien cierto alivio) utilizar libremente los textos recordados, insertarlos en nuevos contextos, seleccionados más o menos cuidadosamente conforme a diferentes *direcciones semánticas*, o utilizar citas recursivas como la siguiente tomada de [HOFS1979]:

Cage ha encabezado un movimiento dirigido a anular los límites entre arte y naturaleza. En música, la noción correspondiente es que todos los sonidos son iguales: una especie de democracia acústica. Así, el silencio tiene exactamente la misma importancia que los sonidos organizados. Leonard B. Meyer, en su libro *Music, the Arts, and Ideas*, ha denominado "trascendentalismo" a este movimiento musical, y afirma:

Si la distinción entre arte y naturaleza es errónea, la evaluación estética carece de pertinencia. No hay mayor fundamento para juzgar una sonata para piano que para juzgar una piedra, un trueno o una estrella de mar. "Los enunciados categóricos tales como correcto e incorrecto, bello y feo, típicos del pensamiento racionalista de la estética tonal", escribe Luciano Berio [un compositor contemporáneo], "ya no son útiles para comprender por qué ni cómo un compositor actual trabaja con las formas audibles y la acción musical".

Pese a todo lo dicho, he añadido las referencias correspondientes siempre que he creído que podían tener cierto valor (y no me refiero precisamente a su *artificial* valor económico: si los tribunales pudieran observar detalladamente el interior de nuestros cerebros, todos/as estaríamos en la cárcel, con condenas de diferente duración, por violación del *copyright* a algún nivel de abstracción).

de Autores, tiene la clave para *exculpar* a los *sampleadores*

"Si en el resultado no se nota lo que has utilizado es como si no lo hubieras utilizado". La legislación protege a los autores e intérpretes, pero no dice nada de segundos, compases o algo parecido. Te puede caer un puro si lo que utilizas es perfectamente reconocible, si no es así, no hay problema.

A cada momento, en efecto, hay en *Utilises* frases y expresiones cuyo sentido radica en que son repeticiones o parodias de alguna frase que apareció antes -a lo mejor, quinientas páginas antes. (José M.ª Valverde [JOYC1989])

cen al momento del continuo, el más pequeño elemento en su propuesta de una corporeidad inestable. **Mario 9'Gram**

los intereses del *copyright* han sido creados para que las industrias dominantes puedan proteger su modo de producción y mantener el control de la distribución. El

Como dicen en Italia: *Traduttore, traditore* que, literalmente y también literariamente traducido, significa "Traductor, traidor." En este caso curioso, la versión española es un perfecto contraejemplo de su propia afirmación. Douglas R. Hofstadter

Con estos instrumentos virtuales y un teclado que se enchufa al ordenador, las posibilidades musicales se multiplican. Ni siquiera es necesario que sepas, por ejemplo, cómo se tocan acordes de guitarra, existen programas a los que simplemente se les ofrecen los acordes escritos y ellos los ejecutan a la perfección.

de la palabra 'deluxe' con las que, en principio, no se puede hacer otra cosa que jugar con 'samples' prefabricados y, a base de poner uno detrás de otro, construir canciones.

La cuestión del 'muestreo turbo alimentado'

3 Tener muy en cuenta el concepto modificación. Aunque un *loop* (un trozo de melodía o ritmo que, repetido, puede servir de base para una pista) o un sonido venga ya prefabricado, éstos se pueden modificar por medio de los ecualizadores o aplicándoles efectos o directamente con los programas de edición de muestras que se pueden adquirir gratuitamente por Internet. Se pueden alargar o acortar, cambiarles la tonalidad, hacer que suenen de fin a principio o viceversa... en fin, transformarlos tanto que no los reconozca ni quien los creó.

mera todo un lote de teorías provenientes de ciencias muy distintas y que pueden resumirse, como los mandamientos, en dos: una corriente racionalista, que niega a la metáfora como procedimiento para conocer, y una corriente romántica que confiere un valor cognitivo a la metáfora. la necesidad que tiene el ser humano de entender por analogías.

de nombrar por parecidos y de elaborar símbolos que hagan comprensible el mundo. el lenguaje encierra en sí mismo toda la poesía (el reino de la metáfo-



[CARLOS GIMÉNEZ-1981]

Montadito Especial Candidato a Un Sinuoso Romance con La Presidencia

Aburrido, AARON desplegó mínimas CONSULTAS en el rotundo imaginario, como advirtió Ralston en el pueblo de ABIGAIL. Mientras, 1.500 apacibles granjas del enclave colectivo de El Cardenal, Europa, acusaron ayer a las 2.000 jóvenes de presionar dispositivos con enfrentamientos animales entre Los 50 expertos, por noche y espectáculo.

Las obras tendrán que comenzar de inmediato para que en el periodo de vigencia del plan puedan construirse cuatro canales de transporte de agua. Me parece que en el presente, con tantos progresos técnicos, en una época que hemos pasado del caballo al Concorde, muchas veces olvidamos que todas esas cosas existen", puntualiza la comisaria de la muestra, "Con toda sinceridad, creo que tengo un papel que desempeñar y un trabajo que hacer, así que no decepcionaré al país", "Le he pedido a la junta que no venga nadie hasta el lunes. Pocas fuerzas nos quedan como para distraernos ahora",

No obstante, [] precisó que el potencial comprador de la empresa "debe ser solvente" para evitar "malvenderla", ya que "eso no es resolver un problema económico, sino crearlo".

"una cosa es la legalidad de la competición y otra la aparición de actos individuales y extradeportivos que contravengan ese marco general".

El crítico Rafael Aviña resumía así el contenido del filme:

"Nunca he tenido publicista y no voy a demasiadas fiestas. Prefiero estar con mi familia, cuidar mis viñedos y mantenerme fuera de la vista del público".

Pero la intención de sus miembros es seguir con estos foros de debate en forma de ciclos, conferencias y encuentros, todos los que intervienen en el espacio lo han hecho de una forma altruista:

Antonio González, presidente de la asociación, y Raúl Benito, secretario general, explicaron ayer que habían meditado mucho esta decisión y que tratan de introducir una mayor competencia en el sector "Ahora se va a

poner en marcha la renovación de cargos, como marca la ley, lo que permitirá acelerar la fusión". La parte más científica intenta anular las opiniones de la consultora sobre las investigaciones que se realizan en el museo y el proceso actual del plan museográfico de 1996 con ampliación de salas y colecciones.

Como prólogo de este nuevo espacio se ha situado *Montroig, el pueblo y la iglesia*, de 1919, cedido sin plazo determinado por la hija del artista.

La progresiva degradación de un padre que para aumentar sus emolumentos se introduce en el peligroso mundo del crack sirve de base a este atractivo, aunque previsible, drama que se eleva por encima de la media gracias a las excelentes interpretaciones de su acoplada pareja protagonista.

Ambos magistrados contestaron a los informadores tras intervenir en el curso de verano dedicado precisamente a *El proceso penal: una reforma inaplazable*,

Las explicaciones menudean. Se menciona la corrupción, pública y privada.

Varios fiscales que han recibido la circular sostienen que "Jesuli ha estado impresionante, se lo ha ganado pero existe el peligro de que le afecte oír hablar de él y de que esto le haga perder la concentración".

Existen indicios que le señalan al menos como supuesto cooperador necesario en un delito de alzamiento de bienes

No todo es glamour en la crónica social.

El mejor nudismo asturiano busca cobijo entre los cuchillones de la Mixota, prolongación de la playa de Serantes. excelsos chipirones, pulpitos, cigalas, gambas rojas, salmonetes, lubinas, atunes, rapes y espardeñas.

Se empieza con las clásicas croquetas, que no hacen justicia a su fama.

Una vez lanzado mantiene con soltura los cruceros y gracias a un cambio rápido y bien escalonado aprovecha bien su brillante aerodinámica. Expresión sublime de los sentimientos más profundos. Entrégate al placer.

Pero le diré una cosa, confidencialmente: yo me doy con un canto en los dientes con que, al menos, el Bloque haya llegado a donde ha llegado.

Uno de los objetivos de la película y del montaje de textos y *collages* adjuntos a esta tesis es inducir la aparición de *artefactos* perceptivos y cognoscitivos a distintos niveles de abstracción, para mostrar sucesivamente con qué facilidad se desinflan y se deshacen, fluyen, se entremezclan y se confunden las jerarquías. Para ello, la película está compuesta, especialmente la segunda mitad, a partir de toda clase de referencias y asociaciones, incluyendo niveles de significación ficticios y analogías vagas, remotas, o extremadamente superficiales. Se trata, en parte, de poner al descubierto "las imbecilidades de la mente interior", como hacía por ejemplo la charlatanería del mentecato androide C3PO en la película *Star Wars* (1977), o más bien como la franqueza absoluta de *Ulises* [JOYC1989] (una colección de falsillas literarias, empezando por el propio título, parodias, pistas falsas, mutaciones fantásticas y asociaciones lingüísticas -"citás literarias, trozos de óperas, canciones, vocablos extranjeros, términos teológicos y científicos, etc."-, *arenques rojos y perros deshinchados*, entre otras muchísimas cosas) que, según el prólogo de José M.^a Valverde, anota todas las tonterías e indecencias que pudieran írseles pasando por las mentes a las criaturas narrativas de James Joyce:

... Probablemente una tradición católica -y aún más si jesuítica, como la de Joyce- da ciertas facilidades para semejante franqueza de cinismo total -que, en definitiva, es también franqueza para con nosotros mismos, en cuanto que reconocemos que nuestra mente tiene no poco de semejante con cualquier mente que se destape-: y no sólo por la costumbre de la confesión, con su examen previo, incluso de pensamientos, sino por la conciencia de que siempre estamos pasando de justos a pecadores y viceversa, por lo que no importa demasiado reconocer las propias faltas y vicios, y, en concreto, la tendencia de nuestro pensamiento a la deriva, en su impunidad, solitaria, a pararse en lo que no debe ... (Los italianos saben llegar aún más lejos que los españoles en el uso de la autoacusación como hábil coartada: «Sono un porco!» grita Aldo Fabrizi en el final de *Prima Comunione*, y queda así como un señor, dispuesto a recomenzar sus pequeñas porquerías.) (José M.^a Valverde [JOYC1989])

También Robert Venturi describe los "feos y ordinarios" edificios y entornos urbanos diseñados en su oficina exponiendo minuciosamente todo tipo de argumentos, incluidas las asociaciones más superficiales, burdas y anti-intelectuales. En [VENT1966], y sobre todo en [VENT1977], lo que se propone

es una *vuelta a la tortilla* de la típica interpretación *moderna* elitista de la arquitectura. Por un lado, se enfatiza el que muchos aspectos de la arquitectura más consagrada resultan de decisiones tomadas a partir de analogías frívolas y aparentes, similarmente a las "persuaciones comerciales" que relampaguean en el Strip de Las Vegas con su "manipulación materialista" y su "insulsa infracomunicación". Por otro lado, se destacan ciertos aspectos *racionales* de la arquitectura vernácula actual, la organización funcional eficaz y de sentido común del Strip y la utilidad simbólica de los elementos ornamentales estandarizados que componen la iconografía de las viviendas suburbanas de la clase media-media en Estados Unidos, presentándolos como *adornos racionalistas*: esculturas de jockeys, ruedas de carretas, números de fantasía...

Considerar chabacanos esos artefactos de nuestra cultura es equivocarse de escala. Es como condenar los decorados teatrales porque son toscos, vistos a metro y medio de distancia, o condenar los *putti* de escayola, hechos para ser vistos desde lo alto de una cornisa barroca, porque carecen de los refinamientos de un bajorrelieve de Mino da Fiesole en un sepulcro renacentista... [VENT1977]

Así pues, muchos arquitectos/as aparentemente *racionalistas* disimulan su *lógica chapucera* y distraída y su amanerada tendencia a no fatigarse *rellenando semejantes perros*, con un demagógico combinado pseudo-científico de manifestaciones fingidamente técnicas y argumentos histórico-románticos, místicos, irracionales o incomprensibles, bien por remordimientos de conciencia instintivos, o bien para cubrir las apariencias hipócritamente. Por el contrario, Robert Venturi critica *razonadamente* la mitología *moderna*, y por citar otro ejemplo famoso, Frank Gehry emplea unos argumentos de *aplastante* obviedad para rehabilitar la categoría social del uso de mallas metálicas en la construcción de viviendas. Esto conduce actualmente a una nueva dicotomía entre cultura elitista y vida práctica, una nueva exhibición de relativismo ético: las ideas de [VENT1966] y [VENT1977] son unánimemente alabadas por gran parte de la *flor y nata* arquitectónica, al mismo tiempo que son almacenadas en el cajón de las inutilidades de donde sólo salen para formar parte de *guiños* superficiales o, cuando no hay más remedio, para falsas justificaciones apoyadas en el prestigio social de la *marca* "Venturi". Resumiendo, en [VENT1977] se afirma que el

contenido aparentemente progresista, tecnológico, social, heroico y original de la arquitectura moderna "no fluye inevitablemente de la resolución de problemas funcionales sino que mana de preferencias iconográficas inexplicadas": Tal vez esto sea ligeramente exagerado, en algunas ocasiones (quizás especialmente en el caso de proyectos no afamados) es admisible que determinadas decisiones de diseño pudieran haberse tomado en función de analogías algo más profundas, es decir, que arrastrasen aún cierto contenido funcional.

... los lenguajes formales y los sistemas asociativos son inevitables y buenos, y únicamente se transforman en tiranías cuando no somos conscientes de ellos. Afirmamos también que el contenido del simbolismo inadvertido de la actual arquitectura moderna es estúpido. [VENT1977]

La sugerencia de [VENT1977] para los arquitectos/as es que aprendan de la cultura popular y que procuren ser desvergonzadamente conscientes de los procesos simbólicos que verdaderamente condicionan sus decisiones, de modo que los puedan manejar con ironía empleando "la broma para hacer cosas serias": "el arquitecto se convierte en un bufón". De hecho, los diseños del estudio *Venturi, Scott Brown and associates* [SCHW1991] pueden calificarse como arquitectura cómica, en un sentido no despectivo. Por el contrario, bastante más incontroladas y torpes resultan las actitudes de muchos arquitectos/as que diseñan edificios o plazas pretendidamente serios, lógicos, modernos, anónimos o conmovedores, pero realmente caricaturescos y capaces de provocar involuntariamente la risa de las personas no amaneradas al estilo de los diseñadores/as, es decir, la mayoría de los usuarios/as (otra vez como en el mencionadísimo cuento del emperador desnudo). La ceguera, fingida tal vez, de algunos/as llega a tales extremos que en ocasiones presumen de ser discretos/as (contradictoriamente), de que sus diseños ridículamente simplificados pasan desapercibidos y no llaman la atención, cuando realmente se trata de artefactos incamuflables en el paisaje ordinario de las ciudades. Finalmente, para reenfocar la cuestión tratando de evitar los excesos manieristas, en [VENT1977] se hace una observación evidente que no resulta innecesaria ni mucho menos: "la «contaminación visual» (que suele afectar

siempre a la casa o el negocio del prójimo) no es un fenómeno del mismo orden que la contaminación atmosférica o acuática".

El término 'manierismo' se emplea específicamente para denominar una tendencia artística surgida en Italia después del Renacimiento (siglo XVI). Con un poco más de generalidad, 'manierismo' se refiere a menudo a un gusto por lo antinatural y afectado, a cierto refinamiento de modales, o a una tendencia recurrente anti-clasicista que parece constituir el epílogo de toda época de clasicismo. Algunas características comúnmente asociadas con esta idea son por ejemplo: el enmascaramiento, la corrupción, el recargamiento decorativo, el doble sentido, las inversiones de valores, el desequilibrio, las disonancias... Lo que se intenta señalar en esta discusión es que muchos de estos aspectos son propios también de las tendencias de apariencia clasicista y racionalista, que no son mucho menos amaneradas que las comúnmente consideradas manieristas, y que resulta arbitrario denominar *natural* al clasicismo y *antinaturales* a esas características manieristas. (Las discusiones en términos de tendencias, con denominaciones acabadas en *ismo*, que agrupan conjuntos imprecisos y subjetivos de ideas y casos, suelen resultar inútiles dada la generalidad y vaguedad de esas categorías en las que *cabe casi cualquier cosa*; pese a ello he decidido escribir este párrafo y el siguiente en términos semejantes aunque estoy seguro de que cualquiera podría interpretarlo en un sentido completamente diferente a alguno de los que yo pretendo comunicar). Con mayor generalidad todavía, 'manierismo' puede emplearse para hacer referencia a cualquier comportamiento caracterizado por un predominio de la manera o forma sobre la representación o el contenido. En este sentido, es un fenómeno habitualmente producido por la percepción de analogías superficiales o por la imitación académica, que conduce en ocasiones a la consagración de ciertos artificios lingüísticos arbitrarios y huecos, y a la propagación de comportamientos y procedimientos formales caprichosamente independizados y auto-realimentados, muchas veces a base de parodias sucesivas, "funcionalmente ineficaces, no relacionados con las necesidades y fuerzas que aceptamos en el mundo real", y que incluso en ocasiones se denominan también con la palabra "lógica" (p. 16). En [ALEX1966] se menciona, como la causa de un fenómeno de

este tipo, el hecho de que "a medida que las academias se desarrollan, los preceptos no formulados de la tradición son suplantados por conceptos claramente formulados cuya formulación misma incita a la crítica y la discusión".

La siguiente cita de Bruno Zevi enfatiza aún más la recursividad del manierismo:

Los manieristas actúan sobre los resultados, sobre los productos acabados, pasando por alto los procesos que los determinaron. El suyo es, como suele decirse "un discurso sobre el discurso": trabajan sobre las formas, no sobre la estructura y sobre la formación; las comentan y distorsionan... [ZEV1978]

La palabra 'razonamiento' se suele usar con dos sentidos diferentes, por una parte puede referirse a un proceso rigurosamente formalizado, es decir a un proceso computable, algorítmico. La lógica de predicados es una muestra de este tipo de procesamiento simbólico. En [MITC1990] se transcriben ingenuamente ciertas sentencias y derivaciones relativas a arquitectura con la notación de la lógica de primer orden. Seguramente de aquí procede el título del libro *La lógica de la arquitectura*, aunque si verdaderamente no es posible modelar con este formalismo algunas operaciones mentales ejecutadas por los diseñadores/as, más bien habría que hablar de la ilógica de la arquitectura. Por otra parte, el término 'razonamiento' habitualmente se emplea para hacer referencia a cierto tipo de procesos mentales informales e intuitivos (estrategias de resolución-de-problemas y de toma de decisiones, deducciones, categorizaciones...), de naturaleza desconocida, que aparentemente conducen a un objetivo determinado y único, y que pueden asemejarse parcialmente a deducciones lógicas formalizadas, pero cuya consistencia global no está garantizada en absoluto. El resto del procesamiento mental suele calificarse como 'irracional', y en ciertos contextos y ocasiones se considera una vergüenza mientras en otros se considera una virtud. Sin embargo, esa distinción tópica entre racionalidad intuitiva e irracionalidad intuitiva no está basada en cimientos sólidos.

En [ROWE1981] se propone imprecisamente el diseño de una especie de ciudades museo, que integren la utopía idealizada y la tradición local, mediante el *collage* "simultáneamente exposición y andamiaje, a través de las ambigüedades y duplicidades de la ley, considerando lo precario del hecho y de

un significado resbaladizo como una anguila, y admitiendo la ausencia completa de la simple certidumbre". Concretamente esta propuesta pretende permeabilizar la obstinada, artificial y ficticia frontera temporal anti-anacronismo, ese "telón de acero cronológico que, en las mentes de los devotos, somete la arquitectura moderna a una cuarentena contra todas las infecciones de la asociación temporal incontrolada", aparentemente al menos. La proposición de [ROWE1981], poco constructiva por otra parte, parece suponer la aceptación de que el procesamiento cognoscitivo humano es un mecanismo lingüístico basado en la combinación de fluidos simulacros recursivos, en vez de la visión clásica y alucinatoria de una especie de procesamiento serial consciente dirigido a objetivos. Esto está en la línea de los últimos comentarios de 1.6, y se refleja en la mezcla fluida y subconsciente de ideas en los "monólogos interiores" de los personajes (Bloom, Stephen...) de *Ulises*, escritos por James Joyce, y la combinación de éstas "con escenas simbólicas, y con estampas del pasado, que sólo en ocasiones cabe situar en la mente de Bloom -o de Stephen-: más a menudo están sólo en la mente del autor" [JOYC1989]. En la presente discusión, y en algunos de los capítulos anteriores, se han revisado y replanteado algunas viejas críticas a la mitología moderna arquitectónica, procurando concretar suficientemente en cada caso a qué se refieren. En general se han dirigido contra ciertas tendencias ingenuas y populistas vestidas con un disfraz de racionalismo, progreso o utopía (como por ejemplo la tendencia a rellenar las ciudades reales con objetos casi idénticos a los poco fatigosos arquetipos generalizados dibujados en los esquemas de barrios y ciudades ideales propuestos por algunos talleres de arquitectura). Pero desde luego, estas críticas no van dirigidas contra todos los casos que se han asociado alguna vez con la etiqueta 'movimiento moderno', sin ir más lejos Joyce suele ser considerado un autor *moderno*.

El impacto más hondo y duradero de la lectura de *Ulises*, pues, quizás sea hacer que nos demos cuenta de que nuestra vida mental es, básicamente, un fluir de palabras, que a veces nos ruborizaría que quedara al descubierto, no tanto porque tenga algo que "no se deba decir", cuanto porque, si se lo deja solo, marcha tontamente a la deriva, en infantil automatismo, en "juego de palabras". Seguramente nos humilla reconocernos como "el animal de lenguaje" -la expresión es de George Steiner-; una toma de

conciencia que puede incluso cohibirnos en nuestra relación con nosotros mismos si no tenemos la modestia necesaria para reírnos un poco de nuestro propio ser. Pero ahí radica precisamente el valor de *Ulises*.

...

Djuna Barnes cuenta que, en vísperas de la publicación de *Ulises*, James Joyce le confió, en el café Les Deux Magots: "Lo malo es que el público pedirá y encontrará una moraleja en mi libro, o peor, que lo tomará de algún modo serio, y, por mi honor de caballero, no hay en él una sola línea en serio." (*José M.ª Valverde* [JOYC1989])

En [GERO1996] (p. 173) se describe la creatividad como la producción de un resultado inesperado mediante la confluencia de dos esquemas: el primero de los cuales proporciona un conjunto de expectativas rutinarias y el segundo suministra el marco conceptual necesario para comprender el resultado inesperado. A continuación se subraya la semejanza entre el diseño creativo y la invención de *gags* cómicos, describiendo estos últimos también mediante un paradigma del humor basado en dos esquemas. Se trata de precisar así una cita de Arthur Koestler según la cual el patrón *lógico* del proceso creativo es el mismo en la intuición científica, poética y cómica: el descubrimiento de semejanzas ocultas. Más aún, como se indicaba en la p. 113, los autores de [HOFS1989] observan una transición continua entre el comportamiento comúnmente denominado creativo y el comportamiento que solemos denominar errático. En el libro [PAUL1980], se relaciona el sentido del humor con diferentes mecanismos lógicos, matemáticos y lingüísticos. Para introducir el tema se mencionan inicialmente varias explicaciones acerca de qué es el humor (incluida la opinión anterior de Koestler). Henri Bergson lo atribuía, en una celeberrima frase, a lo mecánico incrustado en algo vivo, al observar que el ser humano resulta cómico cuando se comporta de una manera rígida, maquinal y repetitiva, es decir, sin su natural flexibilidad. En este sentido, en [PAUL1980] se relaciona la iteración con el humor destacando que, para componer un personaje cómico de ficción, los escritores/as o los actores o actrices suelen enfatizar ciertos gestos mecánicos, *tics* o actitudes peculiares, es decir ciertos manierismos. Resulta además que cuanto más superfluos son estos movimientos, y cuanto más complican y *burocratizan* los actos ordinarios de la vida, más cómicos

suelen resultar en la ficción y más dramáticos en la realidad (el manierismo excesivo se considera una manifestación de la demencia precoz, queda claro por tanto que hay circunstancias en las que también el *orden* se asocia con la obra del demonio).

Para comprender un chiste o para interpretar una situación real cómicamente es imprescindible descifrarla en varios sentidos, podría decirse que a varios niveles de abstracción. Según [PAUL1980], pese a que la rigidez de determinadas personas dogmáticas, y con *mentes de una sola vía*, es a menudo indeliberadamente graciosa, dichas personas suelen carecer de sentido del humor: esos individuos/as cuyas vidas están dominadas por un sistema o un conjunto de reglas están pegados, en cierto modo, a un determinado nivel de sus sistemas y carecen de la habilidad para dar un *salto afuera* de ellos. Hay que matizar que el dogmatismo de esas personas debe ser una actitud escogida conscientemente, por otra parte deben tener la suficiente flexibilidad subconsciente como para poder adaptarse y sobrevivir en el entorno que les rodea. Los seres humanos más ingenuos suelen reír cuando ven a una persona dar un traspié, y más aún si *tropieza dos veces en la misma piedra*, es decir, cuando resulta observable un comportamiento mecánico errático, inadaptado al ambiente. Tal vez siempre que entendemos o ideamos un chiste, o siempre que tenemos una idea *creativa*, a cualquier nivel de sofisticación, es como si *diéramos un traspié* distraídamente y por casualidad *cayéramos rodando por un atajo conceptual*.

A partir de los diferentes puntos de vista mencionados en [PAUL1980] se advierte finalmente que un ingrediente necesario del humor es la yuxtaposición de dos o más formas incongruentes de ver una misma cosa (una persona, una frase, una situación...). Esto sucede por ejemplo cuando se invierte una relación convencional entre dos objetos, palabras o personas, o en determinadas situaciones en las que se puedan percibir relaciones reversibles o intercambios fondo-figura. Según indica John Allen Paulos, las relaciones reversibles, y quizás las bromas en general, pueden considerarse una especie de cubo de Necker (p. 108) que presenta al espectador/a una situación determinada y su *reverso tenebroso* (en cierto sentido), en rápida sucesión. En [HOFS1989] (p. 113), se

mencionan algunos ejemplos de expresiones erróneas, o cómicas, reversibles, formadas por la hibridación de dos expresiones diferentes. En la sinopsis de un taller sobre humor y conocimiento celebrado en la Universidad de Indiana [HOFS1989], se analizan varios chistes interpretando cada uno de ellos como un fundido parcial de diversos marcos de referencia, y se destaca un estilo de humor muy popular basado en la combinación de un *esquema* (un comportamiento o un aspecto) humano y un *esquema* animal. Según se indica, este taller estaba orientado al estudio del humor basado en deslizamientos semánticos para intentar profundizar en ciertos rasgos fundamentales del fluido procesamiento cognoscitivo humano: los desplazamientos y mutaciones conceptuales, la elaboración de analogías y la construcción de variantes hipotéticas o contrafácticos (ver también [KAHN1986]). La sinopsis del taller recoge diversas series de variaciones, traslaciones y cambios de contexto elaborados a partir de determinados chistes, y la descripción de esquemas abstractos generalizados a partir de ellos.

En la película adjunta se ha montado el *sketch* de la *crucifixión* de Brian, de la película *Monty Python's Life of Brian* (1979), que es una parodia múltiple de otras dos situaciones, al menos. Una de ellas es la escena de los dos ladrones de la crucifixión de Jesucristo. La otra es la crucifixión de Espartaco en la película *Spartacus* (1960), dirigida por Stanley Kubrick. En este caso, un oficial de la legión romana comunica a un grupo de esclavos rebeldes, hechos prisioneros tras la batalla, que el senador Craso (Lawrence Olivier) está dispuesto a mostrar clemencia librándoles de la crucifixión con la única condición de que identifiquen el cadáver o la persona, en caso de que hubiera sobrevivido, de nombre Espartaco. Tras un breve instante, se levantan simultáneamente dos de los prisioneros, Antonino (Tony Curtis) y el auténtico Espartaco (Kirk Douglas), gritando: "yo soy Espartaco". Inmediatamente, se levanta otro esclavo clamando también "yo soy Espartaco", y luego otro, y otro más... La escena de *Monty Python's Life of Brian* es extraordinariamente similar a esta última, salvo el tono de la película y la sustitución del nombre Espartaco por Brian (el hecho de que Brian... perdón, Brian y sus colegas ya estén *crucificados* en este caso no es un cambio importante, sólo añade un toque de gracia a la puesta en escena; si todavía no hubieran sido *crucificados* el sentido sería semejante). Sin embargo, hay un mínimo cambio en el guión, una especie de intercambio fondo-figura entre las dos películas, que sorprendentemente transforma una acción solidaria en una acción miserable: en *Spartacus*, el oficial romano promete el indulto a todos los prisioneros menos al propio Espartaco, mientras que en la otra película sólo promete el indulto a Brian...

(p. 77) Vuelve a leer la historia y analízala bien; verás que tiene un sabor falso. Me refiero a los dos ladrones. ¡Es grandioso el cuadro de las tres cruces erguidas allá, sobre la colina! ¿Para qué nos vienen con la historia sentimental del buen ladrón? Primero fue un criminal y cometió Dios sabe cuantos delitos; después se desmorona y celebra verdaderos festines de arrepentimiento y contricción. ¿Me puedes decir qué sentido tiene ese arrepentimiento a dos pasos de la tumba? No es más que la típica historia de curas, dulzona, falsa y sentimentalona con fondo muy edificante. Si hoy tuvieras que escoger de entre los dos ladrones a uno como amigo, o tuvieras que decidirte por uno para darle tu confianza, seguro que no elegirías a ese converso llorón. No, elegirías al otro, que es todo un hombre y tiene carácter; le importa tres pitos la conversión, que, dada su situación, no puede ser más que palabrería, y sigue su camino hasta el final, sin renegar en el último momento cobardemente del demonio que le había ayudado hasta entonces. Es un carácter; y los hombres con carácter quedan siempre malparados en la Biblia. Quizá fuera un descendiente de Caín; ¿tú que crees?

toy (Hermann Hesse, *Demian*, 1927)

son las que...
mos estudiado y estudiar
Las estructuras antiguas,
no son planas, son sisten
más difíciles de concebir y
idad racional de los entra
rande, aun sobre los aspe
orque resultaba natural co
a constructiva, sino porqu
una peculiar carga expres
jedas plásticas que están
que vibra con una suerte
hoy se mueven los arquít
to planos; los eligen com
era natural, aunque no sie
edificios en los que la sol
para no salirse del plano.
tipo es más fácil de exp
i amigo sobre la obra de G
a: "Eso no tiene nada que
il, agregó: "Yo no sabría có
íamos hoy una obra sin pla
pensarlo mucho
un ejemplo de u
s que necesitaba
nada; lo esencia
presar algo que
bemos abandon
xidas las grandes
encillez. Sé que l
xperiencia las dif
arse bien con el
o vale desde el p
loble curvatura, f
os gráficos, son rda de los pueblos, a modo de pivo
me parece grave
tes.
que nada planos; pensamos más en esos que
Ulises, de J. Joyce, según la traducción de José M.^a Valverde: lo:
de cor. ... Cuando mi patria ocupa su lugar entre. mos (y es casi
ble que así se
insistir en lo q
libram... de la
... Las naciones de la tierra. Nadie detrás. Ella ha pasado. is f
Entonces y no hasta entonces. Tranvía cran cran cran. Buena tip
oport. Viniendo. Crandlcran. Estoy seguro de que es el no dis
borgoñ. Si. Una, dos. Mi epitafio sea. Carraa. Escrito. He. no en
materia ue in
casos, de dej
Terminado. ... lo más preciosos por el camino. L
... de los techos de las primeras b

El arte es una convención cultural, una convención que se establece, como otras, desde el poder. Son los poderosos los que poseen el buen gusto, mientras que los mitos, los gestos y los iconos de los desposeídos son considerados groseros y soeces, por más que en muchos casos sean más emotivos y expresivos que aquellos objetos e imágenes que son considerados maravillas del arte por los que han conseguido cifrar en un elevado valor monetario sus posesiones.

En siglos precedentes, las grandes cortes europeas para mostrar su poder emplearon artistas anónimos con «La mayor parte de los anacronismos tiene su razón en una propiedad de la mente humana y, especialmente, de la fantasía vulgar, es decir, en la representación de las cosas ajenas y antiguas con el mismo aspecto que tienen las propias y presentes: error que radica más en ciertas costumbres de la imaginación que en la ignorancia del intelecto... No es pues por crasa ignorancia... que en las Representaciones florentinas encontremos formas de la vida civil de otros pueblos, usos de otras épocas, transportadas a las que había entonces en Florencia...» A. D'Ancona, *Origeni del teatro italiano*, Turin, 1891, vol. 1, p. 662.

El collage parecía carecer de sinceridad, representar una corrupción de los principios morales, una adulteración. Uno piensa en el Bodegón con rejilla de Picasso, de 1911-1912, su primer collage,

...la sección de rejilla de silla, que no es real ni pintada, sino que es, en realidad, un trozo de facsímil en hule pegado a la tela y en parte pintado... lo que parece más real es lo falso, y lo que parece más remoto a la realidad cotidiana es tal vez lo más real, puesto que es menos imitación.

Y el facsímil en hule de la rejilla de silla, un object trouvé arrebatado al mundo subterráneo de la "baja" cultura y catapultado al mundo superior del "alto" arte [ROWE1981]



LOS PITUFOS Y EL HUEVO, Peyo y Delporte, Ed. Bruguera S.A., 1979



ria. El director consideró pertinente y nada anacrónico el empleo de artes marciales en un filme situado a las puertas de la Revolución Francesa, no porque se ajuste a la verdad histórica, sino, de nuevo, porque sirve al espectáculo. "Tampoco en las películas de Errol Flynn se lucha como se hacía en la época de los caballeros andantes, ni los *peplum* reproducen exactamente cómo peleaban los gladiadores en el circo romano, no ocultó que, además de la belleza plástica que aporta el kung-fu a la película, también lo introdujo para atraer a un público joven.

Comúnmente se aplica el calificativo 'original' o 'creativo' al resultado de un proceso que aparentemente trasciende un sistema de reglas conocido. Esta es una de las razones por las que se suele pensar inocentemente que los procesos creativos no pueden modelarse mediante un algoritmo. En [GABO2000] se exploran los mecanismos cognoscitivos que subyacen la emergencia y la evolución de novedades culturales, profundizando en el símil con la evolución biológica. Pese a que el origen de la cultura se asocia a menudo incuestionablemente con el nacimiento de la capacidad de imitación y aprendizaje social, la palabra 'imitación' suele utilizarse también para expresar inferioridad. Sin embargo, en el artículo se aclara que la dicotomía entre creatividad e imitación no es tan rotunda como románticamente suele suponerse. La evolución cultural se ve así como la adaptación de un concepto o de una estrategia de resolución-de-problemas desde un contexto hasta otro, donde el balance entre continuidad y variación o mutación conceptual depende de la estructura semántica memorizada por cada individuo. A propósito de la arquitectura cognoscitiva que subyace la fluidez conceptual, se sugiere que para que la mente sea capaz de producir un flujo de recuerdos relacionados semánticamente (auto-similares, correlacionados pero no idénticos, de forma que cada uno sea una variación de su predecesor) y potencialmente creativos, el número de conceptos activados en la memoria humana por un estímulo debe tener un grado intermedio, ni muy grande ni muy pequeño.

De acuerdo con *la teoría de la creatividad de la lata de cerveza* expuesta en [GABO2000], el procesamiento conceptual de un individuo puede conducir en ciertas situaciones a una experiencia de tipo Eureka: cuando su red semántica *colapsa* en una nueva asociación o relación entre conceptos que fueron almacenados en momentos diferentes y nunca habían sido evocados simultáneamente del mismo modo, y cuyas regiones de distribución están solapadas aunque sea sólo en aspectos *superficiales*. La hipótesis del artículo es que un individuo propenso a desenfocar su atención (a distraerse, según se indicaba en la p. 175) tiende a tener una función de activación distribuida con más amplitud y jerarquías asociativas más aplanadas como resultado de ello. Esto favorece a su vez una mayor fluidez conceptual y la producción de un flujo

de pensamientos menos correlacionados, aumentando la probabilidad de que resulten activadas asociaciones no usuales, una vez que han sido descartadas las asociaciones comunes previamente almacenadas. Se sugiere además que la creatividad está relacionada tanto con una mayor fluidez conceptual como con un mayor control, es decir, con la habilidad para ajustar el grado de fluidez a lo largo del proceso. (La idea de variar los grados de libertad durante un proceso de resolución-de-problemas es semejante a la técnica matemática de recocido simulado, 'simulated annealing', empleada para resolver problemas con múltiples criterios, frecuentemente conflictivos, buscando una solución que no pueda mejorarse con respecto a ninguno de los criterios sin empeorar alguno de los demás.)

"Soñar cosas que nunca fueron"... No es tan sólo una frase poética; es una verdad acerca de la naturaleza humana. Hasta el más lerdo de nosotros está dotado de esa extraña capacidad para construir mundos contrafácticos y soñar. ¿Por qué la tenemos? ¿De qué nos sirve? ¿Cómo es que podemos soñar, e incluso "ver" lo que no es visible, lo que no está ahí? [HOFS1982]

En [HOFS1982] ya se desarrollaba la noción de que la clave de la creatividad es la formación de variaciones sobre un tema. El término precientífico 'concepto' (que solamente puede tomarse en sentido metafórico según se indica) conjura la visión de un objeto tangible provisto de cierta clase de mandos ajustables (o parámetros; precisamente esta imagen es la que capturan los objetos de 1.3.2). Sin embargo, para representar la mitológicamente *ilimitada* capacidad de los seres humanos para generar variaciones, es decir su fluidez conceptual, cada concepto debería estar dotado de un número variable y potencialmente *ilimitado* de mandos.

Los conceptos tienen una forma peculiar de deslizarse, de ir corriéndose de uno a otro siguiendo caminos totalmente impredecibles. Quizá sea este deslizarse lo que nos consienta las visiones más profundas de la oculta naturaleza de nuestras redes conceptuales. En ocasiones el corrimiento es accidental, como sucede con las erratas de imprenta o las faltas de ortografía, o cuando por mala elección de nuestras palabras decimos un despropósito o damos pie a un malentendido. Otras veces el error no es accidental sino emanación directa de nuestro inconsciente...

...

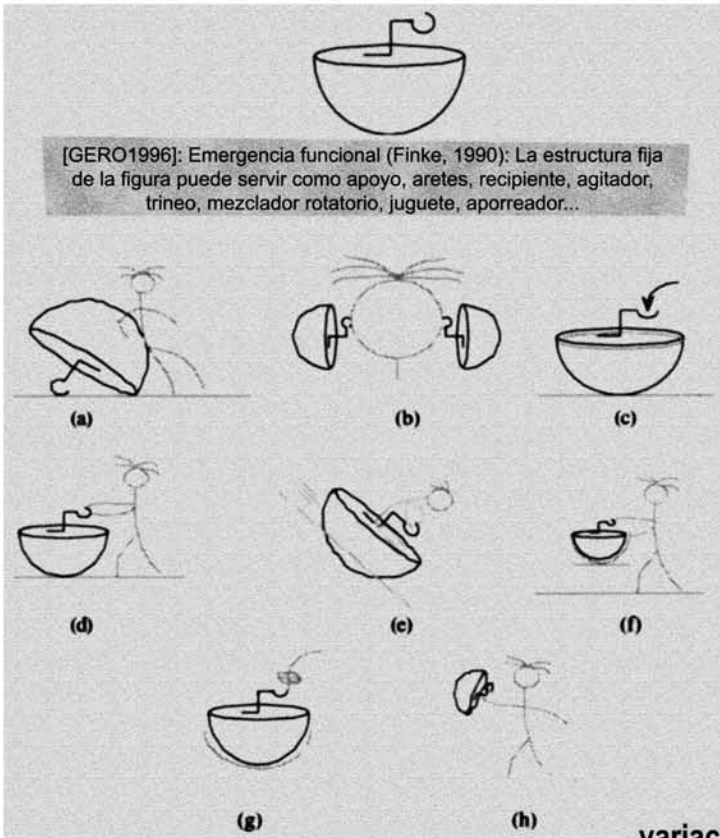
Por extraño que pueda parecer, nuestros procesos mentales, nuestros pensamientos, están empapados de este deslizamiento involuntario y no accidental, que es -así lo creo yo- su corazón mismo. La fabricación inconsciente de variaciones subjuntivas de un tema es algo que prosigue noche y día en cada uno de nosotros, por lo común sin que tengamos de ello noticia alguna. Es una de esas cosas que, lo mismo que el aire, la gravedad o la tridimensionalidad, tienden a eludir nuestra percepción, estando como están nuestras vidas tejidas con ellas. [HOFS1982]

En el artículo se denominan "líneas de fractura" a las *líneas* conceptuales en cuya dirección es más sencillo *deslizarse* para generar las variantes obvias. Sin embargo, "al ir cambiando el contexto vamos como dando la vuelta en torno al concepto, y conforme vamos viéndolo desde diversos ángulos se nos revelan más y más controles". Hofstadter sugiere que podríamos valernos de los ordenadores como ayuda para ver los conceptos en toda su plenitud, es decir, incluyendo la "esfera implícita de hipotéticas variantes". Finalmente:

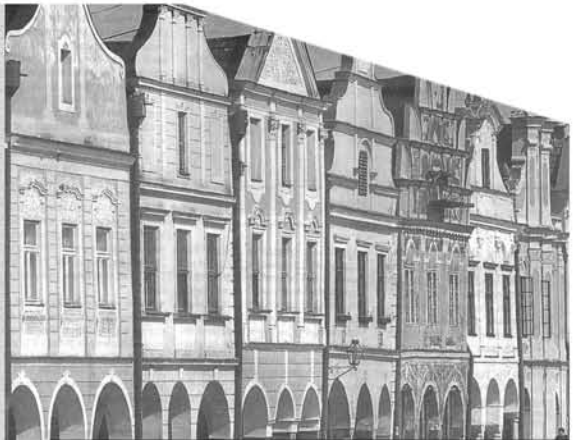
Si observamos, por ejemplo, la historia de la ciencia, veremos que cada idea ha sido construida a partir de un millar de ideas anteriores, emparentadas con ella. Un análisis cuidadoso nos lleva a ver que lo que llamamos tema nuevo es siempre, a nivel profundo, variación de algún tipo de temas anteriores. Newton decía que si pudo ver más lejos que otros fue porque estaba subido a hombros de gigantes. Empero, con demasiada frecuencia nos llevamos llevar de ideas ilusorias, imaginando que las creaciones brillantes o hermosas se han debido a inspiraciones mágicas, trascendentes e irreductibles al análisis, y no a mecanismo alguno, como si todos los mecanismos, por su naturaleza misma, hubieran de ser someros y triviales. [HOFS1982]

Las anteriores ideas están relacionadas sin duda con la tesis previa de Alan Turing según la cual el funcionamiento del cerebro físico, como el de cualquier otro objeto físico, debe ser computable. Según se señala en [PENR1994], Turing argumentaba con insistencia que un algoritmo inteligente debería ser capaz de cometer errores, del mismo modo que por ejemplo los matemáticos/as humanos/as se equivocan: "si se supone que una máquina es infalible, no puede ser también inteligente". Desde luego, lo que en ciertas ocasiones se consideraría por algunos/as un funcionamiento erróneo o irracional puede considerarse en otros casos un comportamiento creativo, cómico, de gran

valor artístico, de gran espiritualidad, o incluso de gran utilidad. En [PENR1994] se especula también sobre la posibilidad de que las funciones aparentemente no-algorítmicas del cerebro humano pudieran deberse a acciones genuinamente aleatorias, pero allí mismo se argumenta que la 'aleatoriedad pura' no parece imprescindible para este propósito, y que, en todo caso, sería mejor quedarse con la pseudo-aleatoriedad del comportamiento caótico, que sí es computable. La figura 415 de [MAND1983] muestra una imagen obtenida con un algoritmo programado involuntariamente de forma errónea, y es un ejemplo visual de la repercusión que puede tener un "gazapo" informático: "el hecho de que, a primera vista, esta lámina pueda pasar por una obra de arte, quizá no sea casual". Por otra parte, como se indica en [PENR1989], Benoît Mandelbrot no tenía ninguna concepción previa acerca de la fantástica elaboración inherente al conjunto que suele denominarse con su nombre, aunque sabía que estaba en la pista de algo muy interesante: "¡De hecho, cuando empezaron a surgir sus primeras imágenes de ordenador, él tuvo la impresión de que las estructuras rizadas que estaba viendo eran el resultado del mal funcionamiento del computador (Mandelbrot 1986)!" [PENR1989]. Tanto en su campo de investigación, como en otros muchos, se están logrando importantes progresos utilizando las computadoras como medio de experimentación (de cálculo y visualización), para explorar el funcionamiento de algoritmos complejos que pudieran usarse como modelos del comportamiento de sistemas reales. Basta profundizar un poco en el conjunto de Mandelbrot, por ejemplo, para empezar a fantasear sobre la *biblioteca-de-Babel* de fenómenos y procesos reales que podrían simularse con técnicas matemáticas parecidas.



[GERO1996]: Emergencia funcional (Finke, 1990): La estructura fija de la figura puede servir como apoyo, aretes, recipiente, agitador, trineo, mezclador rotatorio, juguete, aporreador...



variación mixta

variaciones sobre el tema *mandos de control*
de *variaciones automáticamente ajustables*

Manuales robotizados sin pedal de embrague



Manuales secuenciales El toque mágico



Automáticos clásicos Cada vez más suaves



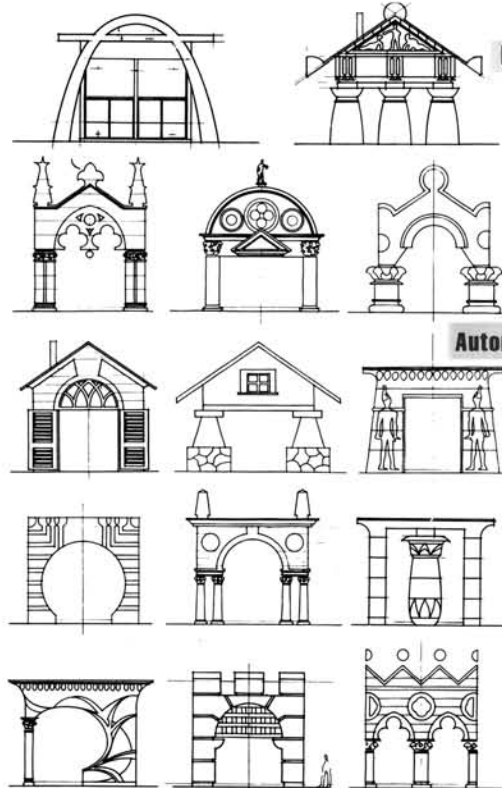
Automáticos inteligentes Capacidad de adaptación



Automáticos secuenciales Todo en uno

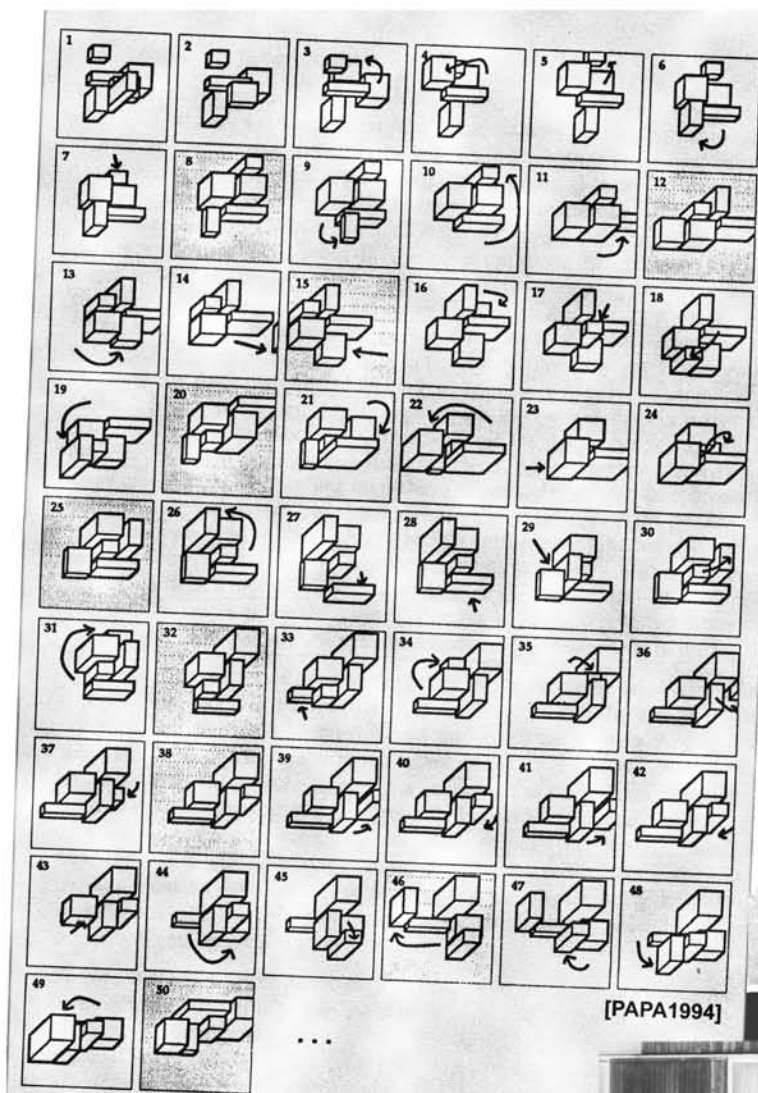


Automáticos de variador continuo Cambian sin que se note

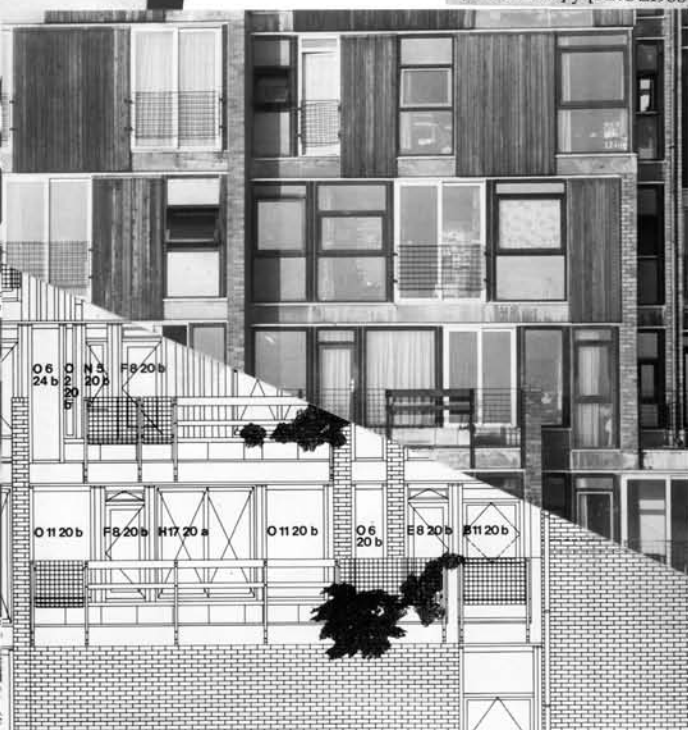


Serie de alzados de la fachada principal

Casas eclécticas. Estudio teórico.
Venturi y Rauch 1977 [SCHW1991]



La Mémé, Facultad de Medicina en Woluwé-St. Lambert,
[KROL1983] y [KROL1988]



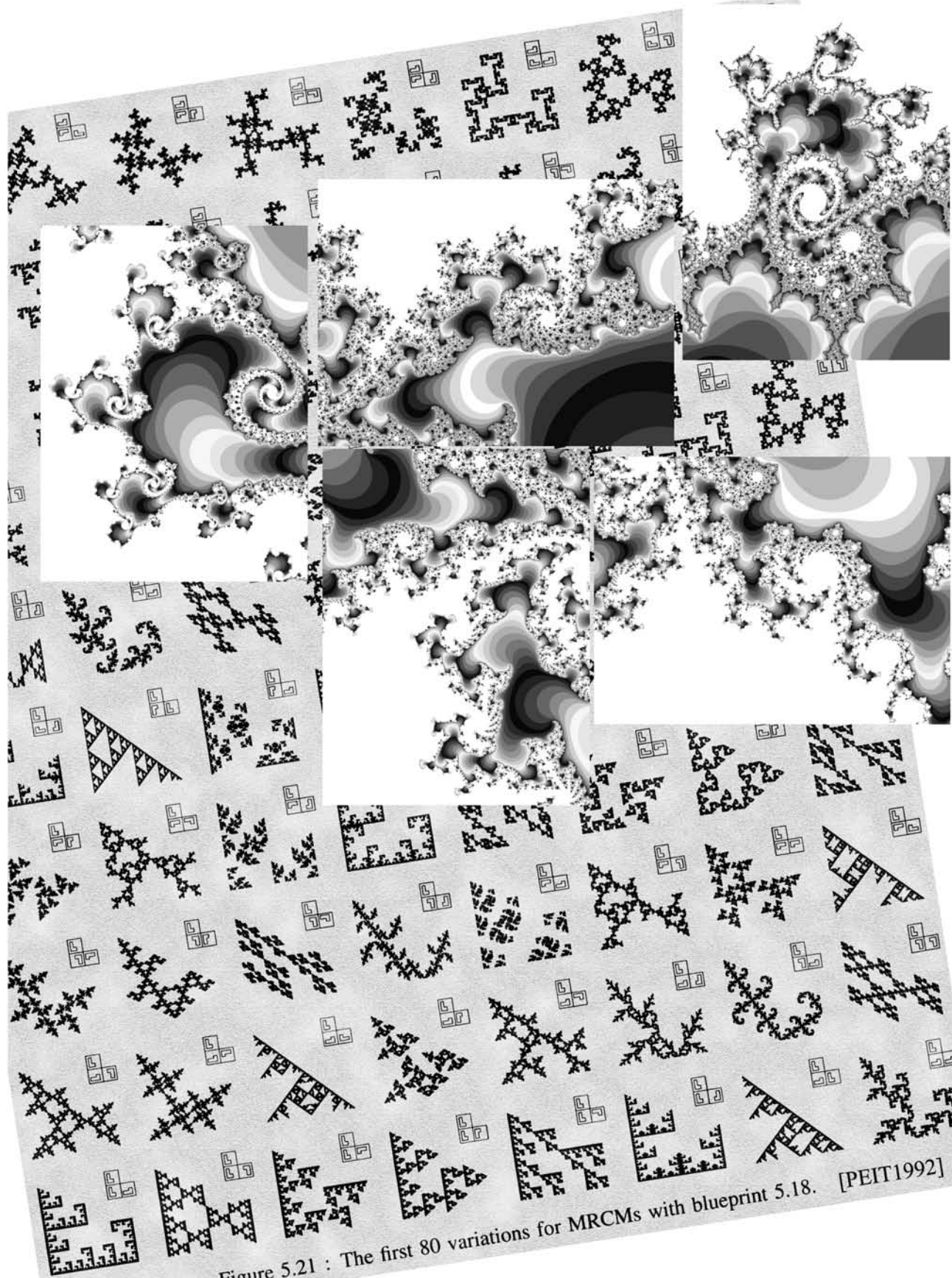
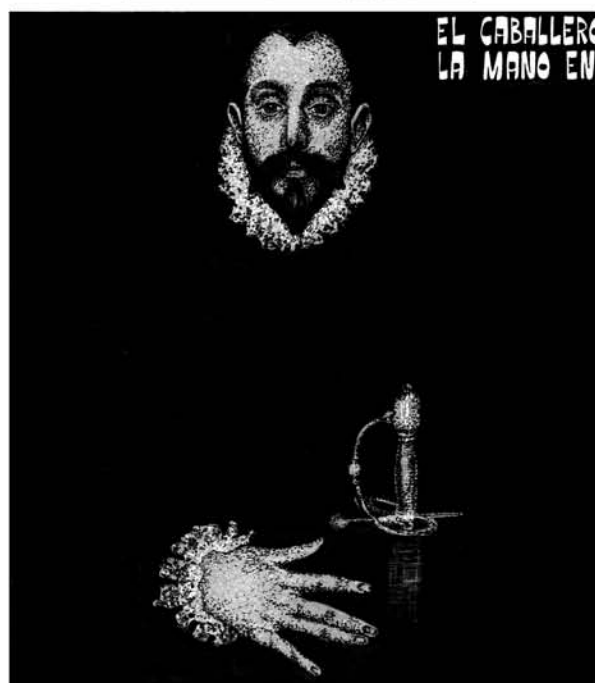
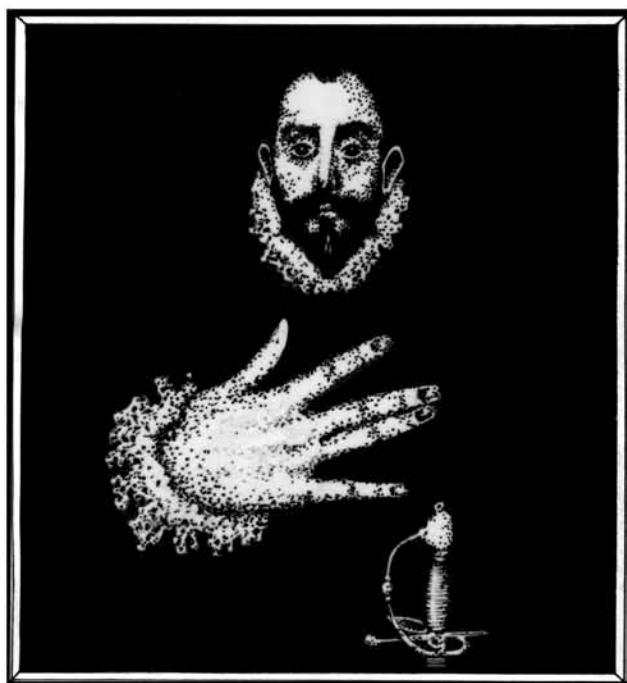


Figure 5.21 : The first 80 variations for MRCMs with blueprint 5.18. [PEIT1992]

LA RESTAURACIÓN DE 'EL CABALLERO DE LA MANO EN EL PECHO', DE EL GRECO, HA LEVANTADO UNA GRAN POLÉMICA: EL CUADRO HA CAMBIADO DE COLOR, DE MEDIDAS, DE MARCO Y HA DESAPARECIDO LA FIRMA.

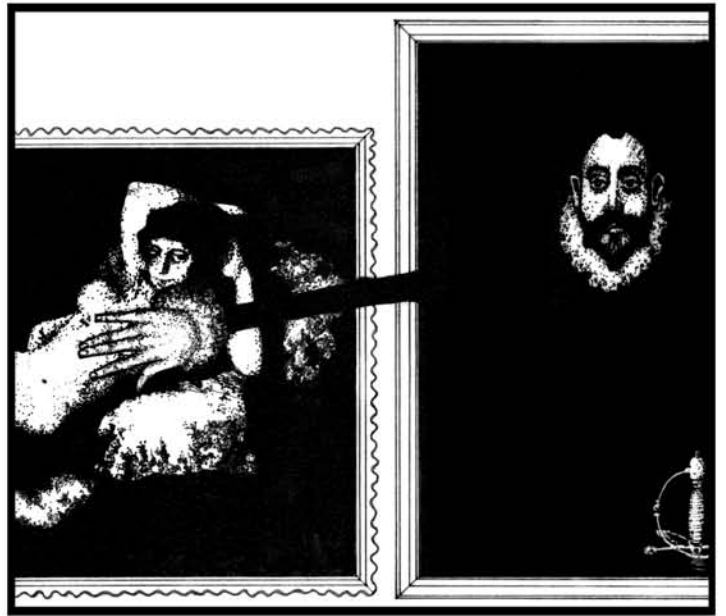
ANTES:





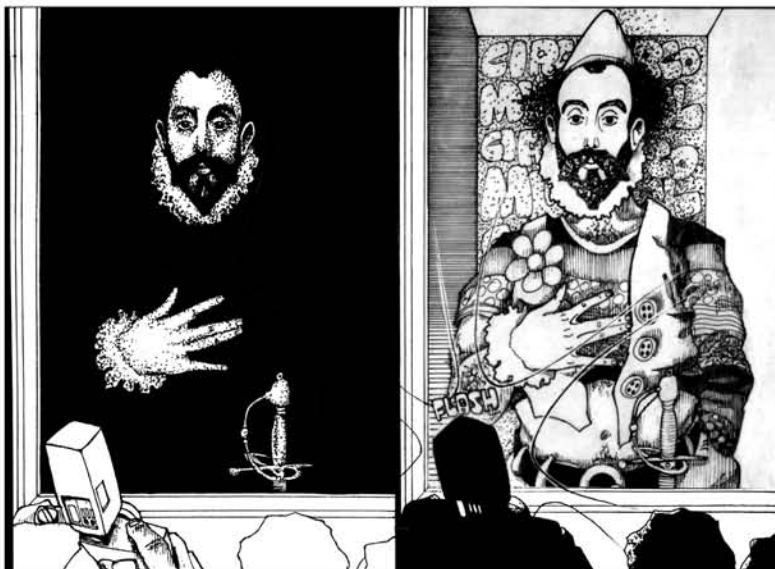
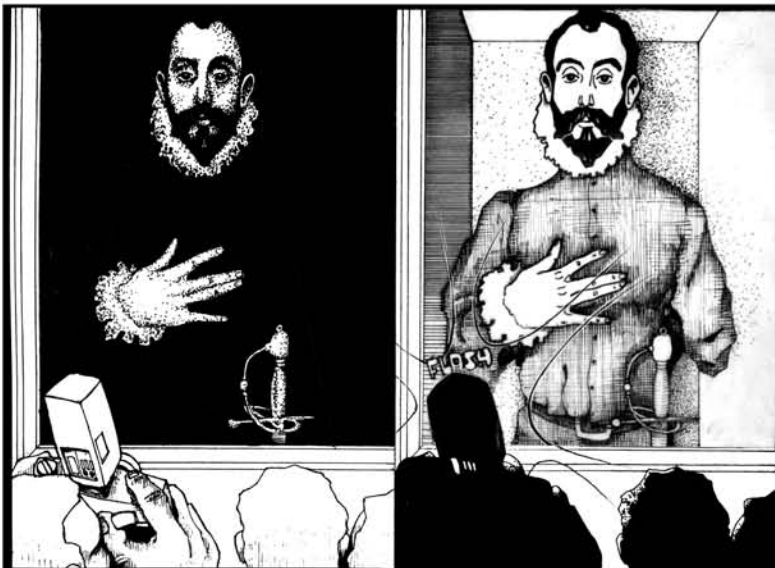
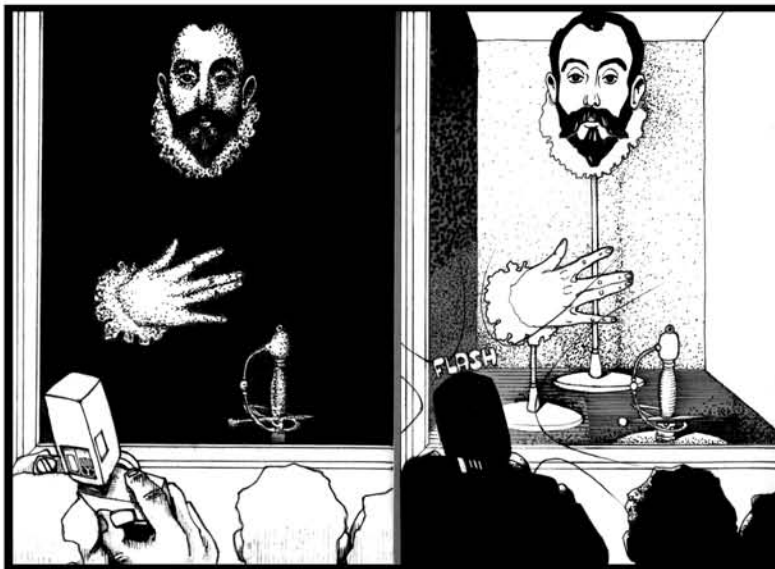
OPS

viñeta de OPS, en La Codorniz, año XXXI, no. 1562



'EL CABALLERO DE LA MANO EN EL PECHO' Y SU SEÑORA





En [PEIT1992] las ideas básicas de la geometría fractal, la iteración y la realimentación, se ilustran asimilando un sistema de funciones deterministas iteradas a una Máquina Copiadora Reductora Múltiple o MRCM (*Multiple Reduction Copy Machine*). Estas máquinas son muy interesantes porque no sólo permiten generar monstruos matemáticos tales como el tamiz de Sierpinsky y sus parientes, sino que para la mayoría de las imágenes naturales es posible encontrar una máquina copiadora de esta clase que las genere (aunque es un problema difícil diseñar la máquina correspondiente a una imagen dada; ver capítulo 5 y Apéndice A de [PEIT1992]). Tal y como se indica, esta metáfora desarrolla toda su capacidad cuando se consideran MRCMs que funcionen mediante sistemas de diferentes transformaciones, tanto lineales como no-lineales, y MRCMs formadas combinando otras MRCMs en redes. De este modo, las imágenes generadas pueden conservar ciertos rasgos de autosemejanza o auto-afinidad, sin limitarse a una autosemejanza estricta. En el apéndice A se señala que el tipo de autosemejanza que suele encontrarse en las imágenes naturales se caracteriza porque cada imagen, en vez de estar formada por copias transformadas *completas* de sí misma, está formada por copias apropiadamente transformadas de *partes* de sí misma. Las máquinas copiadoras no-lineales son el fundamento de los conjuntos de Julia y Mandelbrot. En el capítulo 14 se analiza el conjunto de Mandelbrot como una tabla de contenido, como un mapa de carreteras de todas las posibles clases de conjuntos de Julia. Los conjuntos de Julia y de Mandelbrot no son estrictamente auto-semejantes, ni siquiera son auto-semejantes en un punto, en vez de ello la propiedad que los caracteriza es la autosemejanza asintótica en un punto. En [PEIT1992] se recoge la siguiente cita tomada de una entrevista con Benoît Mandelbrot (relacionada con el tema comentado en la p. 73):

En el conjunto de Mandelbrot, la naturaleza (¿o son las matemáticas?) nos proporciona una poderosa contrapartida visual de la idea musical 'tema y variación': las mismas formas se repiten por todas partes, aunque cada repetición es algo diferente. Habría sido imposible descubrir esta propiedad de la iteración si nos hubiéramos limitado a los cálculos manuales, y creo que nadie habría sido suficientemente brillante o ingenioso para 'inventar' este rico y complicado tema y variaciones. No hay modo de aburrirse, porque aparecen cosas nuevas todo el tiempo, y no hay modo de perderse, porque cosas familiares reaparecen una y otra

vez. A causa de esta constante novedad, este conjunto no es verdaderamente fractal de acuerdo con la mayoría de las definiciones: podríamos llamarlo un fractal extremo, un fractal límite que contiene muchos fractales. Comparado con los fractales actuales, sus estructuras son más numerosas sus armonías son más ricas, y sus sorpresas son más sorprendentes. [PEIT1992]

El algoritmo descrito al final del capítulo anterior de esta tesis precisamente pretende ser una contrapartida arquitectónica (en un sentido limitado) de la idea 'tema y variación' (ver los episodios 7 y 9 de la película adjunta). Se pretendía programar un sistema que fuera saltando de una variación a otra fluidamente (usando una transformación no-lineal determinista en vez de mutaciones y cruzamientos aleatorios), de forma aparentemente caótica pero muy *humana* en cualquier caso. Si el conjunto de Mandelbrot parece útil para modelar fenómenos naturales no es sólo por su aspecto informe, sino principalmente por la infinita variedad de sus formas, que parecen constituir familias de mutaciones sucesivas, correlacionadas de un modo semejante a como lo están los fragmentos de un ruido $1/f$ (p. 73). Las técnicas fractales para comprimir imágenes emplean una MRCM especial que aplica una máscara que selecciona, para cada transformación, la parte del original que será copiada. El programa descrito actúa de un modo similar, seleccionando los componentes del modelo original que formarán parte del modelo transformado definitivo, en función del análisis del resultado de la fase lineal de la transformación, y descartando el resto.

La presente discusión no pretende ser un catálogo crítico de artefactos chapuceros, parcheados y razonamientos defectuosos, ni una simple revisión de viejas críticas sobre el pensamiento moderno, sino más bien un compendio de cierta clase de fenómenos reales, inherentes al ser humano, que deberían ser tenidos en consideración. Es inútil avergonzarse de ellos o pretender fingir que no existen. Todos los casos de desplazamientos semánticos y funcionales, generalizaciones ahuecadas, simulacros recursivos, cambios de contexto, incongruencias, saltos de rana, acoplamientos fugaces y manierismo desenfrenado mencionados o sugeridos previamente, o inducidos en los *collages* y la película adjuntos, reflejan la tendencia humana a prescindir de

múltiples capas de interpretación al representar mentalmente los fenómenos naturales. Esta tendencia se vuelve especialmente acusada cuando las condiciones son más exigentes, por ejemplo, en caso de estímulos ambiguos y degradados, o inclasificables, en caso de escasez de memoria, cuando es imprescindible reaccionar en *tiempo-real*, cuando hay que resolver un problema en poco tiempo por imperativos laborales o comerciales, etc. (Debe quedar claro que esta tesis no pretende confundirse con las típicas argumentaciones que defienden el diseño de arquitecturas informales invocando poéticamente al caos, los fractales, las emergencias, la no-linealidad, la entropía, la irreversibilidad, los sistemas dinámicos abiertos, los atractores y bucles extraños, la mecánica cuántica, las heterarquías y las paradojas... Aunque sin duda, estos términos se refieren a fenómenos que desempeñan un papel, más profundo que el de metáforas frívolas, al representar el funcionamiento del mundo real.) En definitiva, se ha pretendido emborronar la buena prensa de lo que habitualmente se denomina racionalismo, que ha resultado ser una alucinación de mayor o menor intensidad, cuando no un puro disimulo, sin recurrir tampoco al relativismo o eclecticismo radical. Lo que se sugiere a cambio es que tal vez sea posible encontrar un modelo computable que explique el comportamiento habitualmente considerado irracional o romántico, que resultaría ser por tanto menos irracional, en cierto sentido, de lo que parece. Este formalismo hipotético debería comportarse de un modo suficientemente flexible como para explicar todos los fenómenos mencionados previamente, la adaptabilidad mental de los seres humanos, el efecto Eliza, el papel de los *bugs*, *gags*, *tics* y *glitches*... y podría aclarar también por ejemplo cómo es posible que a alguien se le ocurriese reutilizar el tocadiscos como instrumento musical y el disco, el soporte de los datos, como elemento activo de la interfaz (*scratching* ... ¿fue al intentar limpiar la cerveza que se le había derramado por error sobre el plato del aparato reproductor?).

...el problema de la incommensurabilidad de los criterios ... es un problema fundamental común a todos los sistemas de diseño basados en procedimientos cuantitativos para evaluación. Puede ser ilustrado por medio de la siguiente y desorientadora cuestión: Asumiendo que la simetría y la inclusión de un número determinado de ventanas son aspectos igualmente importantes en el diseño de una fachada, ¿qué es peor, una fachada asimétrica con el número correcto de ventanas, o una simétrica con demasiadas ventanas? ¿Cuál sería la respuesta si asumiéramos, en cambio, que la simetría es actualmente 'dos veces más importante' que tener el número correcto de ventanas, y en el segundo caso el número de ventanas fuera tres veces el que debería ser?... [PAPA1994]

... el proyecto definitivo revisó radicalmente la ingenuidad estructural de la propuesta del concurso. Abandonado el impracticable esquema original de forjados alabeados sostenidos por planchas onduladas de acero, se diseñó un sistema mixto formado por dos grandes vigas-cajón que reptan longitudinalmente por la terminal, y una estructura secundaria transversal de pliegues de acero que salva el espacio entre las vigas y se extiende en voladizo a ambos lados de las mismas ... la proliferación de barandillas que segmentan la plaza superior en recorridos son elementos ajenos a la continuidad rotunda del proyecto original

Habitat, Montreal; (Safdie, David, Barrott, Boulva, 1967). Versión drásticamente reducida de la visión original de Safdie sobre un plan residencial a la entrada de la Expo, la versión construida aún conservaba lo bastante de la original dosis de complejidad y sencillez para convertirla casi en el edificio más atractivo del año. La sencillez básica está en la proposición de construir el conjunto por amontonamiento de cápsulas de hormigón en forma de cajas estandarizadas; la complejidad empieza con la imposibilidad de que todas las cápsulas sean idénticas, si se pretende combinarlas en 158 apartamentos de distintos planos, debiendo soportar, en consecuencia, cargas asimétricas, y se vuelve más compleja por la necesidad de añadir una subestructura de soportes, circulaciones y servicios, porque un mero apiñamiento de las cápsulas no puede ser autosuficiente desde un punto de vista habitable, ni estructuralmente estable. Sin embargo, se vuelve a la sencillez al advertir que toda la composición depende de dos simples repeticiones de grupos simétricos, equilibrados en torno a un eje central, cosa que difícilmente puede advertirse desde el nivel del suelo ... Lo que finalmente se construyó era una versión drásticamente reducida del modelo de cubo escalonado, de tan sólo once pisos de altura, en contra de los veintidós propuestos, y con una forma muy modificada del sistema de soportes con estructuras en A, que originalmente debían contener servicios y ascensores oblicuos, al estilo Archigram. Sin embargo, muy poco de esto podía captarse a primera vista en el edificio terminado: una silueta irregular y un complejo e intrincado sistema de amontonamiento se combinan para producir una elevación aparentemente desordenada ... El efecto global de aquellas cajas de hormigón apiladas, con diminutas terrazas por techumbre, era el de un desorden pintoresco, la siempre popular iconografía del pueblo mediterráneo.

... Lo que finalmente surgió de este aspecto de Habitat fue la ilusión, el mito de que la prefabricación en abundancia «resolvería la crisis de la ciudad americana» ... y, por último, casi no produjo nada proporcionado a la magnitud del mito creado. [BANH1976]

Anthony Wade, en una conferencia en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Cambridge en 1970, mostró varias fotografías de edificios (particularmente de Le Corbusier y Jim Stirling) que mostraban la luz del sol incidendo directamente en áreas que según el diagrama conceptual deberían estar en sombra, o espesas sombras donde se esperaba sol. [FRAZ1995]

Intuitivamente, la estructura matemática conocida como ordenación parcial es característica de cualquier conjunto ordenado de tal manera que, de cada dos elementos, uno no es siempre mayor que el otro. Dos elementos pueden simplemente ser incomparables en función del orden dado. La mayoría de las propiedades humanamente interesantes -la belleza, la inteligencia, o la riqueza, por ejemplo- son discutidas con menos simpleza en términos de un ordenamiento parcial que en función de un ordenamiento total. [PAUL1980]

Al principio, Mendelsohn concibió la torre como una estructura de hormigón armado. En su opinión, el hormigón era el auténtico material artístico de construcción, al contrario que el acero, de apariencia insustancial. El hormigón daba solidez a la superficie del edificio, ofreciendo al ojo y a la mano algo sobre lo que descansar. Pero, sobre todo, el hormigón hacía posible evitar un carácter puramente técnico, que hasta Mendelsohn consideraba incompatible con la obra de arte arquitectónica. Sin embargo, irónicamente, este monumento a la potencialidad escultórica del hormigón sólo está hecho parcialmente con este material. Debido a los retrasos en las entregas del cemento, la torre de Einstein se construyó de ladrillo y se recubrió con una capa de hormigón, lo cual creó infinitos quebraderos de cabeza a los constructores. Sin embargo, de haberse construido el edificio enteramente de hormigón armado, los problemas de modelación y reforzamiento podrían haber sido más formidables todavía. Esta experiencia hizo que Mendelsohn nunca intentase de nuevo una estructura monolítica, y ni siquiera un efecto monolítico. [PEHN1975]

La desaparición de Utzon no solucionó, naturalmente, los problemas de la Opera. Por el contrario, cuando el nuevo grupo de arquitectos se hizo cargo de la obra, nuevos problemas salieron a la luz. Un experto en acústica opinó que el lugar había sido muy mal escogido, porque el ruido de las sirenas de los barcos en la bahía, filtrado a través de los muros de vidrio que cierran los huecos de las «velas», haría imposible que se oyera la música en la sala. Esta resultó tener capacidad para solamente 1.800 espectadores, en lugar de los 2.800 previstos en el segundo programa, si se dejaban los espaciamentos usuales en este tipo de espectáculos, y tanto la Opera como los conciertos resultarían inabordable. La única manera de conseguir espacio suficiente para aumentar el número de asientos y colocar una concha acústica y un órgano que son necesarios para los conciertos, parece ser que consiste en suprimir los elevadores de la escena. Pero como estos son necesarios para mover los complicados escenarios de las óperas, puesto que la escena no tiene desahogos laterales, debido a la estrechez del lugar, esto significaría tener que renunciar a dar ópera y malvender la maquinaria de la escena que ha costado 6 millones de dólares. Al parecer, ésta es la última solución adoptada, dedicando la sala de 1.200 asientos a teatro y ópera ligera, y el espacio que queda libre debajo del escenario al suprimir la maquinaria, a un salón de ensayos y grabación para la sinfónica. Mientras tanto la obra sigue adelante y el presupuesto sigue ascendiendo... [CAND1985]

Nadie había construido antes un edificio de la forma y dimensiones que Utzon estaba proponiendo, una escultura monumental de tan gigantesca escala. Y nadie -incluyendo, desde luego, a Utzon- tenía la más ligera idea de cómo se podría construir, o de si se podría construir siquiera.

Esto podrá parecer extraño a los legos en arquitectura que, naturalmente, dan por supuesto que cuando un arquitecto presenta un proyecto sabe, por lo menos, que se puede construir. Los que estamos dentro de la profesión conocemos por experiencia que este no es siempre el caso.

... Los arquitectos, hombres al fin, no pueden escapar de este clima surrealista en el que cualquier desafortunado gesto puede producir mundial, aunque generalmente efímera, notoriedad. ¿Para qué descender a tan prosaicos detalles como el de asegurarse de que una estructura tiene posibilidades de ser construida? Quédesse esta tarea para ayudantes de segunda categoría, sin que haya peligro de que tales consideraciones limiten la capacidad creativa del genio. La Opera de Sydney constituye un trágico ejemplo de las catastróficas consecuencias que esta actitud de desprecio por las más obvias leyes físicas puede acarrear.

... Los resultados de considerar la arquitectura como un arte puro, que no tiene por qué mezclarse con la prosaica realidad de la vida cotidiana, las miserias económicas y las inevitables leyes físicas, saltan a nuestra vista todos los días. [CAND1985]

Centro de comunicaciones Yamanishi, Kofu (Kenzo Tange, 1967) ... Las dependencias útiles (estudios radiofónicos, oficinas, etc.) debían hallarse en paralelepípedos de hormigón amovibles, pero en la práctica la construcción es convencional, de modo que el resultado (como en Habitat, Montreal) es en realidad una estatua monolítica que conmemora un ideal de adaptabilidad prácticamente imposible de realizar constructivamente. [BANH1976]

La ambigüedad utilizada como subterfugio ... textos ambiguos que se pueden interpretar de dos modos diferentes: como afirmaciones verdaderas pero relativamente banales, o como afirmaciones radicales pero manifestamente falsas. Y en un considerable número de casos, no podemos dejar de pensar que estas ambigüedades son deliberadas. De hecho, ofrecen una gran ventaja en las justas intelectuales: la interpretación radical permite atraer lectores u oyentes relativamente inexpertos; y si, llegado el momento, se pone en evidencia su absurdidad, el autor siempre puede defenderse alegando que ha sido mal entendido y retornar a la interpretación inocua. [SOKA1998]

Finalmente, hay que aclarar que no parece muy prometedor suponer que todos los sistemas físicos, y las estructuras semánticas complejas (que a fin de cuentas tienen un sustrato físico), se pueden reducir y descomponer en sub-sistemas casi independientes que interactúen de un modo simple. Esta actitud recuerda al error obvio, y bastante frecuente, indicado en [CAND1985] de "menospreciar la influencia que tiene la escala o el tamaño en cualquier problema estructural", "una pulga salta muchas veces su altura, mientras que un elefante no puede despegarse del suelo", y parece ser fruto de la "desmesurada soberbia" del ser humano, "lógica consecuencia de su enciclopédica ignorancia" (o más bien de su limitada memoria). Muchos científicos/as en campos diversos reniegan de la fe reduccionista, conforme deben enfrentarse a problemas relacionados con la aparición de propiedades nuevas en sistemas complejos que según la interpretación tradicional agruparían un número elevado de componentes o partículas. Sin ir más lejos, cualquier texto representa un intento de *diagonalizar* una red semántica (ver 1.3.2) hiper-textual, para tratar de amoldarla a una estructura lineal constituida por una secuencia de sub-textos enlazados sucesivamente representando ideas levemente solapadas, es decir, cuyos vínculos se hacen explícitos sólo mediante la relación de proximidad entre los pasajes correspondientes. Cualquiera que haya intentado transcribir sus pensamientos, haciendo explícitas todas las asociaciones conceptuales, habrá observado lo difícil que resulta organizar el texto de modo que se evite la proliferación de hiper-enlaces: notas a pie de página y referencias cruzadas. Pero el hecho de que los métodos convencionales de análisis no sean eficaces para profundizar en los misteriosos mecanismos de estos sistemas no es una excusa para encerrarlos en *cajas negras* inviolables de naturaleza espiritista.



EL DIBUJANTE DE
HISTORIETAS...
¿NACE O SE HACE?
¿ES UN ARTISTA?
¿ES UN BOHEMIO?
¿ES UN MASOQUISTA?
¿ES UN CRETINO?
¿LOS TEBEOS SE
HACEN A MANO O
A MÁQUINA?...

[CARLOS GIMÉNEZ-1983]

constructivismo, la arquitectura que se quiere libre de presiones de políticos y del gusto de la gente, no es sino una de las muchas soluciones posibles. "Los problemas complejos no tienen una solución simple".

En el modelo 'consumidor-como-diseñador', el consumidor interactúa con una aplicación de diseño generativo. Las técnicas generativas permiten que el consumidor se involucre en el proceso de diseño, los consumidores tienen grandes expectativas sobre productos que reflejen su estilo de vida y su expresión individual. Empleando sistemas de fabricación automatizados combinados con sistemas de diseño generativo, productos físicos particularizados pueden ser producidos a un coste sólo ligeramente mayor que los productos elaborados en masa. La pre-visualización de dichos diseños generativos permite que los consumidores experimenten y compartan los objetos que diseñan de modo virtual on-line antes de que dichos productos sean fabricados físicamente.

permite que los diseñadores automatizan la creación de diseños alternativos manteniendo el control estilístico y la consistencia. Dada una especificación de parámetros de estilo y un pequeño conjunto de diseños ejemplo, la aplicación genera nuevos diseños diversos. Esto libera al diseñador que puede concentrarse en refinar los elementos estilísticos del diseño guiando el proceso de creación de variaciones.

... El obvio error consistió en menospreciar la influencia que tiene la escala o el tamaño en cualquier problema estructural.

Una pulga salta muchas veces su altura, mientras que un elefante no puede despegarse del suelo. Pero este y otros ejemplos que la naturaleza pone todos los días ante nuestros ojos, no suelen tomarse en cuenta en las escuelas y despachos de arquitectura, donde se sigue especulando alegremente, con modelitos de cartón y alambre, sobre la posibilidad de estructuras gigantescas que cubran ciudades enteras o, incluso, habiliten un segundo piso sobre toda la superficie del planeta.

Nadie escarmienta en cabeza ajena, pero el ejemplo de la Opera de Sydney y, sobre todo, la observación de la enorme diferencia entre la esbeltez y ligereza de la concepción original de las bóvedas y la pesadez y complicación de la estructura definitiva, debiera hacernos pensar en la conveniencia de contrapesar la actitud de soberbia frente a los problemas arquitectónicos con cierta dosis de humildad y conciencia de las limitaciones estructurales y humanas.

... La Naturaleza nos enseña que todos los organismos crecen hasta un cierto límite en el que alcanzan estabilidad y equilibrio. Las dimensiones máximas de animales o artefactos están determinadas, como ya advirtió Galileo, por leyes físicas elementales. Sin embargo, los economistas siguen aferrados al paradigma del crecimiento continuo, a pesar de los resultados catastróficos que la aplicación de esa doctrina está produciendo, y la industria no se conforma con una situación estable. [CAND1985]

**La revolución tecnológica coincide con la lingüística.
La computadora permite simular la realidad arquitectónica**



16. Caricatura de la profesión arquitectónica después del advenimiento de la computadora, publicada en "Aia Journal". El arquitecto, sin moverse de su sitio, suministra a una secretaria el parto de su imaginación y aquella lo transcribe en la calculadora. La maquinaria se pone en marcha y un robot construye el edificio tridimensional. [ZEVI1978]

Esta viñeta contiene algunos errores ... En primer lugar, es inconcebible que el arquitecto pueda elaborar un diseño aceptable dictando directamente instrucciones en un lenguaje de descripción geométrica de bajo nivel comprensible por la máquina. Por otra parte, si el arquitecto dictara a la secretaria una serie de ideas vagas y ambiguas, y ésta se encargara de traducirlas al lenguaje de bajo nivel, entonces ¿quién sería responsable del diseño, el arquitecto o la secretaria?. Finalmente, si el ordenador fuese capaz de entender cualquier tipo de instrucciones vagas y ambiguas, probablemente sería también capaz de entender el lenguaje hablado, y sobraría la laboriosa secretaria. Pero en tal caso, tal vez sobraría también el arquitecto, ya que las instrucciones vagas podrían provenir directamente de un/a cliente... En su versión más extrema y utópica, el modelo global ideal computerizado se conformaría dinámica y automáticamente a cada problema particular, calculando la solución, del mismo modo que las telas colgantes de las maquetas empleadas por Antonio Gaudí adoptaban la forma estructuralmente más apropiada para cada configuración de pesos colgantes.



Sin duda se trata de un fallo del software gráfico

o un driver de impresión equivocado

CONCLUSIÓN

En la primera parte de este documento se han descrito diversos intentos de sistematizar los conocimientos arquitectónicos y las estrategias de resolución-de-problemas aplicadas en este dominio, así como los procedimientos para evaluar la calidad de los edificios y los entornos urbanos. Algunas de estas tentativas estaban basadas en la especificación de procesos y esquemas computables, mientras otras recurrían a procesos lingüísticos humanos imprecisos. El objetivo ideal era la elaboración de un modelo global o una lengua común, capaz de representar todas las soluciones concebibles y válidas, en cualquier caso específico. Sucesivamente (pp. 6, 45, 48, 77, 127), han sido expuestas las ventajas que podría aportar un utópico sistema global integrado que no sólo fuese un contenedor de datos poco estructurados, sino que pudiera representar explícitamente todas las relaciones entre dichos datos y los conocimientos relevantes en el diseño de edificios y entornos urbanos. La primera imagen que se presenta de dicho modelo global y consistente es como una red conceptual general descompuesta en sub-redes, sub-sub-redes, etc., estática y predeterminadamente, cada una de las cuales representaría un concepto relevante y de la que podría derivarse un aspecto de una solución específica. Por razones obvias, esta super-estructura holista que resolviera de una vez todos y cada uno de los problemas arquitectónicos (o de cualquier otro dominio) es utópica. En su lugar, al hablar de modelo global es común referirse a un esquema que abarque e integre unos cuantos aspectos y puntos de vista, pero no todos, ni mucho menos. De este modo, asistimos constantemente a un ciclo de decisiones que promueven sucesivamente la desintegración y la reintegración parcial de todo tipo de procesos y sistemas, basadas siempre en argumentos presuntamente racionales. Seguramente, el objetivo de la industria del CAAD es la elaboración de un modelo parcialmente integrado que englobe las soluciones arquitectónicas típicas a los problemas arquitectónicos típicos. Por el contrario, pretendiendo no restringir artificialmente las soluciones accesibles, se ha sugerido que un modelo casi-global no debería estar estructurado de una

forma estática y rígidamente predeterminada, sino que debería poder reconfigurarse y adaptarse flexiblemente a cada caso particular, englobando múltiples puntos de vista, y representando todos los requisitos concretos contrapesándolos no estrictamente. Sin embargo, tal vez no sea posible alcanzar ese ideal de flexibilidad y evitar completamente la artificiosidad, y habría que resignarse entonces a que cualquier forma de representar parcialmente un problema real, sea en el cerebro de un ser humano o sea en una computadora, influye en el rango de soluciones que se pueden calcular.

En la primera parte de este documento se han comentado también diversas cuestiones relacionadas con la percepción y las estrategias humanas de conocimiento y resolución-de-problemas, y se han descrito algunos modelos computacionales que tratan de simularlas parcialmente. Estos temas son importantes para esta tesis por varias razones, en primer lugar porque de ellos depende el uso que los/las habitantes darán a un entorno construido y el grado de satisfacción que sentirán. En segundo lugar, porque observando e imitando el modo en que procesa la información un cerebro humano, podrían idearse nuevos algoritmos para resolver ciertos problemas actualmente insolubles. Finalmente, si el objetivo es programar las computadoras para que asistan a un diseñador/a humano/a, no para que le sustituyan (por ahora al menos), se trata entonces de transferir parte de su esquema conceptual al ordenador, siempre y cuando resulte apropiado, y de programar una interfaz entre ambos, y por tanto sería importante descubrir la naturaleza de esa estructura conceptual. En el caso de que se especificase un modelo casi-global para el diseño de arquitectura, si no fuera posible descomponerlo en partes nítidamente separadas y de una complejidad manejable, resultaría demasiado sofisticado como para que pudiera ser procesado convenientemente por un ser humano en un caso concreto. La computadora debería encargarse entonces, al menos, de conformar y reconocer dinámicamente diferentes aspectos, hacer explícitas múltiples relaciones automáticamente, y en todo caso mostrar *vistas* apropiadas que simplificasen el problema a los ojos de un observador/a humano/a (es decir, presentándole sub-problemas de apariencia asequible para que intente ajustarlos separadamente con la ilusión de aproximarse a una solución globalmente consistente). En esta

situación se presenta la misma dificultad que se comentaba antes respecto al modelo global: o bien el sistema tiene almacenado un conjunto inimaginablemente grande de plantillas y esquemas-tipo con los que comparar el modelo a analizar en busca de aspectos reconocibles, o bien dispone de un mecanismo para alterar flexiblemente un conjunto reducido de esquemas-tipo. En un sentido limitado este último era el objetivo del algoritmo de interpretación de bocetos arquitectónicos incompletos y de reconocimiento de aspectos *espaciales*, desarrollado con motivo de esta tesis.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBO1884 Edwin A. Abbot; PLANILANDIA. Ediciones Guadarrama, Madrid 1976; ed. original 1884.
- AHSO1995 Christian Ah-Soon and Karl Trombe; A STEP TOWARDS RECONSTRUCTION OF 3-D CAD MODELS FROM ENGINEERING DRAWINGS. ICDAR'95, Montreal, ag. 1995.
- AHSO_ Christian Ah-Soon and Karl Trombe; VARIATIONS ON THE ANALYSIS OF ARCHITECTURAL DRAWINGS. CRIN/CNRS-INRIA Lorraine Bâtiment LORIA, Vandœuvre-lès-Nancy Cedex, France.
- AHSO1998 Christian Ah-Soon and Karl Trombe; NETWORK-BASED RECOGNITION OF ARCHITECTURAL SYMBOLS. CRIN/CNRS-INRIA Lorraine Bâtiment LORIA, Vandœuvre-lès-Nancy Cedex, France, 1998.
- ALEX1966 Christopher Alexander; ENSAYO SOBRE LA SÍNTESIS DE LA FORMA. Ediciones infinito, Buenos Aires 1969; ed. original 1966.
- ALEX1971 Christopher Alexander; LA ESTRUCTURA DEL MEDIO AMBIENTE. Tusquets Editores, Barcelona, 1971.
- ALEX1975 Christopher Alexander et alt.; URBANISMO Y PARTICIPACIÓN. EL CASO DE LA UNIVERSIDAD DE OREGON. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1976; ed. original 1975.
- ALEX1977 Christopher Alexander, S. Ishikawa, M. Silverstein with M. Jacobson, I. Fiksdahl-King, S. Angel; A PATTERN LANGUAGE. TOWNS, BUILDINGS, CONSTRUCTIONS. Oxford University Press, New York 1977.
<http://www.patternlanguage.com>
- ALEX1987 C. Alexander, H. Neis, A. Anninou, I. King; A NEW THEORY OF URBAN DESIGN. Oxford University Press, New York, 1987.
- BALL_ Nigel Ball, Peter Matthews and Ken Wallace; MANAGING CONCEPTUAL DESIGN OBJECTS. AN ALTERNATIVE TO GEOMETRY. Engineering Design Centre, Department of Engineering, University of Cambridge, Cambridge, UK.
- BANH1976 Reyner Banham; MEGAESTRUCTURAS. FUTURO URBANO DEL PASADO RECIENTE. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1978; ed. original 1976.
- BARR1968 Andre Barre y Albert Flocon; LA PERSPECTIVA CURVILÍNEA. DEL ESPACIO VISUAL A LA IMAGEN CONSTRUIDA. Paidós Estética, ed. Paidós, 1985; ed. original 1968.
- BART1993 J. P. A. Barthès; OBJECT-ORIENTED ENVIRONMENTS FOR DESIGN. Advanced Technologies (4th EuroplA International Conference on the

- application of Artificial Intelligence, Robotics and Image Processing to Architecture, Building Engineering, Civil Engineering, Urban Design and Urban Planning, Delft, The Netherlands, jun. 1993), ed. by M. R. Beheshti, K. Zreik, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1993.
- BART1970 Roland Barthes; EMPIRE OF SIGNS. Translated by Richard Howard; Hill and Wang, a division of Farrar, Straus and Giroux, New York 1982; ed. original 1970.
- BIJL1993 Aart Bijl; THE WAY OF IT RESEARCH - REVIEW OF RESEARCH ASSUMPTIONS AND DIRECTIONS. Advanced Technologies (4th EuroPIA International Conference on the application of Artificial Intelligence, Robotics and Image Processing to Architecture, Building Engineering, Civil Engineering, Urban Design and Urban Planning, Delft, The Netherlands, jun. 1993), ed. by M. R. Beheshti, K. Zreik, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1993.
- BLOST_ Dorothea Blostein; GENERAL DIAGRAM-RECOGNITION METHODOLOGIES. Computation and Information Science. Queen's University, Kingston Ontario, Canada.
- BLUN1995 Peter Blundell Jones; HANS SCHAROUN. Phaidon Press Limited, London 1995.
- BONA1997 Eric W. Bonabeau, G. Theraulaz; WHY DO WE NEED ARTIFICIAL LIFE?. Artificial Life: an overview, ed. by Christopher G. Langton, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1997.
- BOVI1996 Carl Bovill; FRACTAL GEOMETRY IN ARCHITECTURE AND DESIGN. Design Science Collection, Birkhäuser, Boston 1996.
- BROU_ T. Broughton, P. Coates, H. Jackson; EXPLORING 3D DESIGN WORLDS USING LINDENMAYER SYSTEMS AND GENETIC PROGRAMMING. Centre for Environment & Computing in Architecture, School of Architecture, University of East London, UK.
<http://ceca.uel.ac.uk>
- CAND1985 Félix Candela; EN DEFENSA DEL FORMALISMO Y OTROS ESCRITOS. Xarait Ediciones, 1985.
- CAST1996 John. L. Casti; FIVE GOLDEN RULES. GREAT THEORIES OF 20TH CENTURY MATHEMATICS - AND WHY THEY MATTER. John Wiley & Sons Inc., New York 1996.
- DIES1996 Eladio Dieste; ELADIO DIESTE 1943-1996: MÉTODOS DE CÁLCULO. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla 1996.
- DIJK1996 Jan Dijkstra, Harry J.P. Timmermans; CONJOINT MEASUREMENT ANALYSIS AND VIRTUAL REALITY – A REVIEW. Eindhoven University of Technology, Department of Architecture, Building and Planning, Eindhoven, The Netherlands 1996.
<http://www.ds.arch.tue.nl>

- DOSC1999 Philippe Dosch, Gérald Masini; RECONSTRUCTION OF THE 3D STRUCTURE OF A BUILDING FROM THE 2D DRAWINGS OF ITS FLOORS. LORIA–CNRS–INRIA–UHP, Vandœuvre-lès-Nancy Cedex, France, 1999.
- EAME1973 By the office of Charles & Ray Eames; A COMPUTER PERSPECTIVE, BACKGROUND TO THE COMPUTER AGE. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England, 1990; original edition 1973.
- ECKE2000 Claudia Eckert, Martin Stacey & John Clarkson; ALGORITHMS AND INSPIRATIONS: CREATIVE REUSE OF DESIGN EXPERIENCE. Proceedings of the Greenwich 2000 Symposium on Digital Creativity.
- EGGL1995 Lynn Eggli, Beat D. Brüderlin, Gershon Elber; SKETCHING AS A SOLID MODELING TOOL. Solid Modeling '95, Salt Lake City, Utah USA 1995.
- EISE1989 Sergei Mikhaslovitch Eisenstein; TEORÍA Y TÉCNICA CINEMATOGRAFICAS. Ediciones RIALP, Madrid, 1989.
- EISN1985 Will Eisner; LOS CÓMICS Y EL ARTE SECUENCIAL. Norma Editorial, Barcelona 1994; ed. original 1985.
- ENGE1996 Maia Engeli, David Kurmann; A VIRTUAL REALITY DESIGN ENVIRONMENT WITH INTELLIGENT OBJECTS AND AUTONOMOUS AGENTS. Design and Decision Support Systems, Conference Proceedings, Spa Belgium, 1996.
- ERNS1978 Bruno Ernst; EL ESPEJO MÁGICO DE M. C. ESCHER. Benedikt Taschen Verlag Berlin GmbH, Berlín 1990; ed. original 1978.
- FLEM1993 Ulrich Flemming, Ardeshir Mahdavi; SIMULTANEOUS FORM GENERATION AND PERFORMANCE EVALUATION: A "TWO-WAY" INFERENCE APPROACH. CAAD Futures '93, Proceedings of the 5th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures, Pittsburgh, USA, jul. 1993, ed. by Ulrich Flemming and Skip Van Wyck, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1993.
- FOLE1997 James D. Foley, Andries van Dam, Steven K. Feiner, John F. Hughes, Richard L. Phillips; COMPUTER GRAPHICS: PRINCIPLES AND PRACTICE, SECOND EDITION IN C. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1997.
- FOWL1996 Julian Fowler; STEP: THE STANDARD FOR THE EXCHANGE OF PRODUCT DATA MODEL. Product Data Technology Solutions Limited, 1996.
<http://www.pdtsolutions.co.uk>
- FOWL1996 Julian Fowler; STEP ARCHITECTURE AND METHODOLOGY. Product Data Technology Solutions Limited, 1996.
<http://www.pdtsolutions.co.uk>

- FRAZ1995 John Frazer; AN EVOLUTIONARY ARCHITECTURE. Architectural Association Publications, London 1995.
- FRIED1970 Yona Friedman; LA ARQUITECTURA MÓVIL. 1958-1969. Editorial Poseidón, Barcelona 1978; ed. original 1970.
- GABO2000 Liane Gabora; THE BEER CAN THEORY OF CREATIVITY. In P. Bentley and D. Corne (eds.) Creative Evolutionary Systems, Morgan Kauffman, 2000.
- GARD1978 Martin Gardner; MÚSICA BLANDA Y MÚSICA PARDA, CURVAS FRACTALES Y FLUCTUACIONES DEL TIPO 1/f. Juegos matemáticos; Investigación y Ciencia, no. 21, jun. 1978, p. 104.
- GERO1986 John S. Gero; AN OVERVIEW OF KNOWLEDGE ENGINEERING AND ITS RELEVANCE TO CAAD. Computer-Aided Architectural Design Futures (International Conference on Computer-Aided Architectural Design, Department of Architecture, Technical University of Delft, The Netherlands, sept. 1985), ed. Alan Pipes, printed at University Press, Cambridge 1986.
- GERO1993 John S. Gero, Min Yan; DISCOVERING EMERGENT SHAPES USING A DATA-DRIVEN SYMBOLIC MODEL. CAAD Futures '93, Proceedings of the 5th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures, Pittsburgh, USA, jul. 1993, ed. by Ulrich Flemming and Skip Van Wyck, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1993.
- GERO1996 John S. Gero and Vladimir A. Kazakov; EVOLVING DESIGN GENES IN SPACE LAYOUT PLANNING PROBLEMS. Artificial Intelligence in Engineering 11(3): pp. 329-334, 1996, Key Centre of Design Computing, Department of Architectural and Design Science, The University of Sydney, Australia, 1996.
- GERO1996 John S. Gero; CREATIVITY, EMERGENCE AND EVOLUTION IN DESIGN: CONCEPTS AND FRAMEWORK. Knowledge-Based Systems 9(7): pp. 435-448, 1996, Key Centre of Design Computing Department of Architectural and Design Science University of Sydney, Australia.
- GERO1997 John S. Gero, Vladimir A. Kazakov and Thorsten Schnier; GENETIC ENGINEERING AND DESIGN PROBLEMS. In D. Dasgupta and Z. Michalewicz (eds.) Evolutionary Algorithms in Engineering Applications, pp. 47-68, Springer Berlag, Berlin, 1997.
- GERO1998 John Gero and Vladimir Kazakov; ADAPTING EVOLUTIONARY COMPUTING FOR EXPLORATION IN CREATIVE DESIGNING. In J. S. Gero and M. L. Maher (eds.), Computational Models of Creative Design IV, pp. 175-186, 1998, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Australia.
- GERO1999 John Gero and Vladimir Kazakov; USING ANALOGY TO EXTEND THE BEHAVIOUR STATE SPACE IN DESIGN. In J. S. Gero and M. L. Maher (eds.), Computational Models of Creative Design IV, pp. 113-143, 1999,

Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Sydney, Australia.

- GOME1999 Andrés Gómez de Silva and Mary Lou Maher; AN EVOLUTIONARY APPROACH TO CASE ADAPTATION. Case-Based Reasoning Research and Applications, , Proceedings of the Third International Conference on Case-Based Reasoning, ICCBR-99, Monastery Seeon, Munich, Germany, jul. 1999.
- GOUL1999 James L. Gould, Carol Grant Gould; EL RACIOCINIO ANIMAL. INTELIGENCIA VIVA, Investigación y Ciencia, Temas no. 17, Prensa Científica, Barcelona 1999.
- GRIM1995 I. J. Grimstead and R. R. Martin; CREATING SOLID MODELS FROM SINGLE 2D SKETCHES. Solid Modeling '95, Salt Lake City, Utah USA 1995.
- GROS1992 Mark D. Gross, Craig Zimring; PREDICTING WAYFINDING BEHAVIOR IN BUILDINGS: A SCHEMA-BASED APPROACH. Principles of Computer-Aided Design: Evaluating and Predicting Design Performance, ed. by Yehuda E. Kalay, John Wiley&Sons, Inc. 1992.
- HART1998 J. P. Hartog, A. Koutanamis, P. G. Luscure; SIMULATION AND EVALUATION OF ENVIRONMENTAL ASPECTS THROUGHOUT THE DESIGN PROCESS. 4th Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning Conference, Eindhoven 1998.
- HEND1997 Ann Hendricx; SHAPE, SPACE AND BUILDING ELEMENT: DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL OBJECT MODEL FOR THE DESIGN PROCESS. Proceedings of the ECAADE '97, Vienna, Austria, sept. 1997, ed. B. Martens, H. Linzer, A. Voigt.
- HILD1985 Stefan Hildebrant y Anthony Tromba; MATEMÁTICA Y FORMAS ÓPTIMAS. Prensa Científica, Barcelona 1990; ed. original Scientific American Books 1985.
- HOFS1979 Douglas R. Hofstadter; GÖDEL, ESCHER, BACH. UN ETERNO Y GRÁCIL BUCLE. Tusquets Editores, Barcelona 1987; ed. original 1979.
- HOFS1982 D. R. Hofstadter; LAS VARIACIONES SOBRE UN TEMA SON LA ESENCIA DE LA IMAGINACIÓN. Temas Metamágicos; Investigación y Ciencia, no. 75, dic. 1982, p. 106.
- HOFS1985 Douglas Hofstadter; METAMAGICAL THEMAS: QUESTING FOR THE ESSENCE OF MIND AND PATTERN. New York: Basic Books, 1985.
- HOFS1989 D. R. Hofstadter & David J. Moser; TO ERR IS HUMAN; TO STUDY ERROR-MAKING IS COGNITIVE SCIENCE. *Michigan Quarterly Review*, vol. 28, no. 2, pp. 185-215, 1989.
- HOFS1989 D. R. Hofstadter *et al.*; SYNOPSIS OF THE WORKSHOP ON HUMOR AND COGNITION. International Journal of Humor Research, vol. 2, no. 4, pp. 417-440, 1989.

- HOFS1995 Douglas Hofstadter and the Fluid Analogies Research Group; FLUID CONCEPTS AND CREATIVE ANALOGIES: COMPUTER MODELS OF THE FUNDAMENTAL MECHANISMS OF THOUGHT. Basic Books, New York 1995).
- HOSS1972 Heinz Hossdorf; MODELOS REDUCIDOS. MÉTODO DE CÁLCULO. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, Madrid, 1972; ed. original: MODELLSTATTIK, ed. Bauverlag GmbH, Wiesbaden y Berlin.
- JOYC1989 James Joyce; ULISES. Editorial Lumen S. A., Barcelona 1989; prólogo y traducción de José M.^a Valverde, a partir de la obra original Ulysses publicada en 1922.
- JUN_1997 Han J. Jun and John S. Gero; REPRESENTATION, RE-REPRESENTATION AND EMERGENCE IN COLLABORATIVE COMPUTER-AIDED DESIGN. In Maher, M. L., Gero, J. S. and Sudweeks, F. (eds), Preprints Formal Aspects of Collaborative Computer-Aided Design, pp. 303-320, 1997, Key Centre of Design Computing, University of Sydney, Australia.
- KAHN1986 Daniel Kahneman and Dale T. Miller; NORM THEORY: COMPARING REALITY TO ITS ALTERNATIVES. Psychological Review, vol. 93, no. 2 pp. 136-153, 1986.
- KERN_ Brian W. Kernighan and Cristopher J. Van Wyk; EXTRACTING GEOMETRIC INFORMATION FROM ARCHITECTURAL DRAWINGS. Bell Laboratories, Murray Hill, NJ, USA and Department of Mathematics and Computer Science, Drew University, Madison, NJ, USA.
- KERN1988 Brian W. Kernighan and Dennis M. Ritchie; THE C PROGRAMMING LANGUAGE. AT&T Bell Laboratories, Prentice Hall, Inc., 1988.
- KOUT1993 A. Koutanamis and V. Mitossi; ON THE REPRESENTATION OF DYNAMIC ASPECTS OF ARCHITECTURAL DESIGN IN MACHINE ENVIRONMENT. Advanced Technologies (4th EuroPIA International Conference on the application of Artificial Intelligence, Robotics and Image Processing to Architecture, Building Engineering, Civil Engineering, Urban Design and Urban Planning, Delft, The Netherlands, jun. 1993), ed. by M. R. Beheshti, K. Zreik, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1993.
- KOUT1993 Alexander Koutanamis; PRELIMINARY NOTES ON ABSTRACTION. Advanced Technologies (4th EuroPIA International Conference on the application of Artificial Intelligence, Robotics and Image Processing to Architecture, Building Engineering, Civil Engineering, Urban Design and Urban Planning, Delft, The Netherlands, jun. 1993), ed. by M. R. Beheshti, K. Zreik, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1993.
- KOUT1994 Alexander Koutanamis; THE FUTURE OF VISUAL DESIGN REPRESENTATIONS IN ARCHITECTURE. Automation Based Creative

Design: Research and Perspectives, ed. by Alexander Tzonis and Ion White, Elsevier Science B.V., Amsterdam, New York, 1994.

- KRIS1993 Ramesh Krishnamurti, Rudi Stouffs; SPATIAL GRAMMARS: MOTIVATION, COMPARISON, AND NEW RESULTS. CAAD Futures '93, Proceedings of the 5th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures, Pittsburgh, USA, jul. 1993, ed. by Ulrich Flemming and Skip Van Wyck, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1993.
- KROL1983 Lucien Kroll; AN ARCHITECTURE OF COMPLEXITY. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1987; ed. original 1983.
- KROL1988 Introduction by Wolfgang Pehnt; LUCIEN KROLL - BUILDINGS AND PROJECTS. Thames and Hudson Ltd., London 1988.
- KURM1996 D. Kurmann and M. Engeli; MODELLING VIRTUAL SPACE IN ARCHITECTURE. VRST '96, Virtual Reality Software and Technology, M. Green, K. Fairchild and M. Zyda (Eds.), ACM, pp. 77-82, Hongkong, 1996.
- LEA_1994 Doug Lea; CHRISTOPHER ALEXANDER: AN INTRODUCTION FOR OBJECT-ORIENTED DESIGNERS. ACM Software Engineering Notes, January 1994.
- LEE_1999 Sanghyun Lee; INTERNET-BASED COLLABORATIVE DESIGN EVALUATION: AN ARCHITECT'S PERSPECTIVE. Tesis doctoral, Harvard Design School, Cambridge, Massachusetts, March 1999.
- LEEW1997 Jos van Leeuwen and Harry Wagter; ARCHITECTURAL DESIGN-BY-FEATURES. Proceedings of the 7th International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures, Munich, Germany, ag. 1997, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- LEEW1998 Jos van Leeuwen and Harry Wagter; A FEATURES FRAMEWORK FOR ARCHITECTURAL INFORMATION. DYNAMIC MODELS FOR DESIGN. Paper at AID '98, Lisbon, 20-23 July 1998, publication in Artificial Intelligence in Design '98, eds. J.S. Gero and F. Sudweeks, Kluwer, Dordrecht, 1998.
- LEEW1998 Jos van Leeuwen, Tom Dubbelman, Henri Achten; ICT AS A MEANS OF EDUCATION. Paper at ECAADE '98, Paris, France, sept. 1998.
- LEEW1999 Jos van Leeuwen; MODELLING ARCHITECTURAL DESIGN INFORMATION BY FEATURES. AN APPROACH TO DYNAMIC PRODUCT MODELLING FOR APPLICATION IN ARCHITECTURAL DESIGN. Tesis doctoral en la Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands, 1999.
<http://www.ds.arch.tue.nl>
- LIGG1992 Robin S. Liggett; DESIGNER-AUTOMATED ALGORITHM PARTNERSHIP: AN INTERACTIVE GRAPHIC APPROACH TO FACILITY LAYOUT. Principles of Computer-Aided Design: Evaluating

and Predicting Design Performance, ed. by Yehuda E. Kalay, John Wiley&Sons, Inc. 1992.

- MCCO1991 Pamela McCorduck; AARON'S CODE: META-ART, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE WORK OF HAROLD COHEN. W. H. Freeman and Company, New York 1991.
- MAES1997 Pattie Maes; MODELING ADAPTIVE AUTONOMOUS AGENTS. Artificial Life: an overview, ed. by Christopher G. Langton, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1997.
- MAHE1993 Mary Lou Maher, John S. Gero, Milad Saad; SYNCHRONOUS SUPPORT AND EMERGENCE IN COLLABORATIVE CAAD. CAAD Futures '93, Proceedings of the 5th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures, Pittsburgh, USA, jul. 1993, ed. by Ulrich Flemming and Skip Van Wyck, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1993.
- MAND1983 Benoît M. Mandelbrot; LA GEOMETRÍA FRACTAL DE LA NATURALEZA. Tusquets Editores, Barcelona 1997; ed. original 1983.
- MARK_ George Markowsky; MISCONCEPTIONS ABOUT THE GOLDEN RATIO. Computer Science Department, University of Maine.
- MARK1980 George Markowsky, Michael A. Wesley; FLESHING OUT WIREFRAMES: RECONSTRUCTION OF OBJECTS, PART I. IBM Journal of Research and Development, vol. 24, no. 5, pp. 582-597, sep. 1980.
- MART1996 E. Martí; ANÁLISIS DE ELEMENTOS GRÁFICOS EN DOCUMENTOS. Centro de Visión por Computador (CVC), Dept. Informática UAB, 1996.
- MECH1996 Radomír Měch and Przemyslaw Prusinkiewicz; VISUAL MODELS OF PLANTS INTERACTING WITH THEIR ENVIRONMENT. Department of Computer Science, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada 1996.
- MITC1990 William J. Mitchell; THE LOGIC OF ARCHITECTURE: DESIGN, COMPUTATION AND COGNITION. MIT Press, 1990.
- MITC1992 William J. Mitchell, Robin S. Liggett, Spiro N. Pollalis and Milton Tan; INTEGRATING SHAPE GRAMMARS AND DESIGN ANALYSIS. CAAD Futures '91, International Conference for Computer Aided Architectural Design Education, Research, Application, Zurich, Switzerland, jul. 1991, ed. by Gerhard N. Schmitt, Vieweg&Verlagsge Sellschaft mbH, Brawnscheig, Wiesbaden, 1992.
- MITC1994 William J. Mitchell; ARTIFACT GRAMMARS AND ARCHITECTURAL INVENTION. Automation Based Creative Design: Research and Perspectives, ed. by Alexander Tzonis and Ion White, Elsevier Science B.V., Amsterdam, New York, 1994.
- MOLE2001 Pedro Moleón; JOHN SOANE (1753-1837) Y LA ARQUITECTURA DE LA RAZÓN POÉTICA. Maireia Libros, Madrid 2001.

- NICO1987 Grégoire Nicolis, Ilya Prigogine; LA ESTRUCTURA DE LO COMPLEJO. Alianza Editorial, Madrid 1994; ed. original 1987.
- OSTW2001 Michael J. Ostwald; "FRACTAL ARCHITECTURE": LATE TWENTIETH CENTURY CONNECTIONS BETWEEN ARCHITECTURE AND FRACTAL GEOMETRY. Nexus Network Journal, vol. 3, no. 1, winter 2001.
<http://www.nexusjournal.com/Ostwald-Fractal.html>
- OXMA1992 Rivka E. Oxman; MULTIPLE OPERATIVE AND INTERACTIVE MODES IN KNOWLEDGE-BASED DESIGN SYSTEMS. Principles of Computer-Aided Design: Evaluating and Predicting Design Performance, ed. by Yehuda E. Kalay, John Wiley&Sons, Inc. 1992.
- PAPA1994 Pegor Papazian; MIXTURES OF SIMPLES: TOWARDS A TECHNOLOGY FOR DESIGNING. Automation Based Creative Design: Research and Perspectives, ed. by Alexander Tzonis and Ion White, Elsevier Science B.V., Amsterdam, New York, 1994.
- PARM1993 I. C. Parmee and G. N. Bullock; EVOLUTIONARY TECHNIQUES AND THEIR APPLICATION TO ENGINEERING DESIGN. Advanced Technologies (4th EuroPIA International Conference on the application of Artificial Intelligence, Robotics and Image Processing to Architecture, Building Engineering, Civil Engineering, Urban Design and Urban Planning, Delft, The Netherlands, jun. 1993), ed. by M. R. Beheshti, K. Zreik, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1993.
- PAUL1980 John Allen Paulos; MATHEMATICS AND HUMOR. The University of Chicago Press, Chicago 1980.
- PEHN1975 Wolfgang Pehnt; LA ARQUITECTURA EXPRESIONISTA. Ed. Gustavo Gili, Barcelona 1975.
- PEIT1992 H. O. Peitgen, H. Jürgens, D. Saupe; CHAOS AND FRACTALS, NEW FRONTIERS OF SCIENCE. Springer-Verlag, New York 1992.
- PELL1999 Pierre Pellegrino, Daniel Coray *et al.*; ARQUITECTURA E INFORMÁTICA. Ed. Gustavo Gili, Barcelona 1999.
- PENR1989 Roger Penrose; LA NUEVA MENTE DEL EMPERADOR. Biblioteca Mondadori, Madrid 1991; ed. original 1989.
- PENR1994 Roger Penrose; SHADOWS OF THE MIND. A SEARCH FOR THE MISSING SCIENCE OF CONSCIOUSNESS. Oxford University Press, Oxford 1994.
- POLL1997 Spiro N. Pollalis; COMPUTING IN THE BUILDING PROCESS, BEYOND COMPUTER-AIDED DESIGN. B.O.S.S. Magazine, number 4, 28-29, apr. 1997.
- PRUS1990 Przemyslaw Prusinkiewicz, Aristid Lindenmayer; THE ALGORITHMIC BEAUTY OF PLANTS. Springer-Verlag New York Inc., New York 1990.

- PRUS1996 Przemyslaw Prusinkiewicz, Mark Hammel, Jim Hanan, and Radomír Měch; VISUAL MODELS OF PLANT DEVELOPMENT. From G. Rozenberg and A. Salomaa, editors, *Handbook of formal languages*, Springer-Verlag 1996.
- RAY_1997 Thomas S. Ray; AN EVOLUTIONARY APPROACH TO SYNTHETIC BIOLOGY: ZEN AND THE ART OF CREATING LIFE. Artificial Life: an overview, ed. by Christopher G. Langton, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1997.
- RESN1997 Mitchel Resnick; LEARNING ABOUT LIFE. Artificial Life: an overview, ed. by Christopher G. Langton, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1997.
- ROWE1981 Colin Rowe, Fred Koetter; CIUDAD COLLAGE. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1981; ed. original 1981.
- RUCK1987 Rudy Rucker; MIND TOOLS: THE FIVE LEVELS OF MATHEMATICAL REALITY. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts 1987.
- RUMB1991 James Rumbaugh, Michael Blaha, William Premerlani, Frederick Eddy, William Lorensen; OBJECT-ORIENTED MODELING AND DESIGN. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 1991.
- RYAL1994 Kathy Ryall, Joe Marks, Murray Mazer, Stuart Shieber; SEMI-AUTOMATIC DELINEATION OF REGIONS IN FLOOR PLANS. Division of Applied Sciences, Harvard University, Cambridge, USA, 1994.
- SALI2001 Nikos Salingaros; ARCHITECTURE, PATTERNS, AND MATHEMATICS, Nexus Network Journal, vol. 3, no. 1, winter 2001.
<http://www.nexusjournal.com/Salingaros.html>
- SCHW1991 Frederic Schwartz, Carolina Vaccaro; VENTURI, SCOTT BROWN AND ASSOCIATES. Ed. Gustavo Gili, Barcelona 1995; ed. original 1991.
- SHAN1948 Claude E. Shannon; A MATHEMATICAL THEORY OF COMMUNICATION. Bell Labs Innovations, 1998; reprinted with corrections from *The Bell System Technical Journal*, vol. 27, pp. 379-423, 623-656, July, October, 1948.
- SHAP1989 Vadim Shapiro and Herb Voelcker; ON THE ROLE OF GEOMETRY IN MECHANICAL DESIGN. Research in Engineering Design, Volume 1, Number 1, 69-73, 1989.
- SHAP1995 Vadim Shapiro and Donald L. Vossler; WHAT IS A PARAMETRIC FAMILY OF SOLIDS?. Solid Modeling '95, Salt Lake City, Utah USA 1995.
- SHAV1986 Edna Shaviv; LAYOUT DESIGN PROBLEMS: SYSTEMATIC APPROACHES. Computer-Aided Architectural Design Futures (International Conference on Computer-Aided Architectural Design, Department of Architecture, Technical University of Delft, The

Netherlands, sept. 1985), ed. Alan Pipes, printed at University Press, Cambridge 1986.

- SHAV1992 Edna Shaviv, Yehuda E. Kalay; COMBINED PROCEDURAL AND HEURISTIC METHOD TO ENERGY-CONSCIOUS BUILDING DESIGN AND EVALUATION. Principles of Computer-Aided Design: Evaluating and Predicting Design Performance, ed. by Yehuda E. Kalay, John Wiley&Sons, Inc. 1992.
- SODD1989 Celestino Soddu; SIMULATION TOOLS FOR THE DYNAMIC EVOLUTION OF TOWN SHAPE PLANNING. Oxford Polytechnic, 1991, published in Celestino Soddu, "Citta' Aleatorie", Masson Editor, Milano, 1989.
<http://www.generativedesign.com>
- SODD1994 Celestino Soddu; THE DESIGN OF MORPHOGENESIS. AN EXPERIMENTAL RESEARCH ABOUT THE LOGICAL PROCEDURES IN DESIGN PROCESSES. Demetra Magazine, #1,1994.
<http://www.generativedesign.com>
- SODD1997 Celestino Soddu, Enrica Colabella; A NATURAL APPROACH TO INDUSTRIAL DESIGN: ARGENTIC DESIGN. International Furniture Design Conference, the future of design in an increasingly complex world, Helsinki, Finland, ag. 1997.
<http://www.generativedesign.com>
- SOKA1998 Alan Sokal y Jean Bricmont; IMPOSTURAS INTELECTUALES. Ed. Paidós, Barcelona 1999; ed. original 1998.
- SOLA2000 Pau Solà-Morales; REPRESENTATION IN ARCHITECTURE: A DATA MODEL FOR COMPUTER-AIDED ARCHITECTURAL DESIGN. Tesis doctoral, Harvard Design School, Cambridge, Massachusetts, June 2000.
- SOMM1995 MGL Sommerville, DER Clark, JR Corney; VIEWER-CENTRED FEATURE RECOGNITION. Solid Modeling'95, Salt Lake City, Utah USA, 1995.
- STEE1997 Luc Steels; THE ARTIFICIAL LIFE ROOTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Artificial Life: an overview, ed. by Christopher G. Langton, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1997.
- STIN1993 George Stiny; EMERGENCE AND CONTINUITY IN SHAPE GRAMMARS. CAAD Futures '93, Proceedings of the 5th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures, Pittsburgh, USA, jul. 1993, ed. by Ulrich Flemming and Skip Van Wyck, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1993.
- STROU1991 Bjarne Stroustrup; THE C++ PROGRAMMING LANGUAGE. AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey 1991.
- TAYL1997 Charles Taylor, David Jefferson; ARTIFICIAL LIFE AS A TOOL FOR BIOLOGICAL INQUIRY. Artificial Life: an overview, ed. by Christopher G. Langton, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1997.

- TOMB1997 Karl Tombre; ANALYSIS OF ENGINEERING DRAWINGS: STATE OF THE ART AND CHALLENGES. INRIA Lorraine & CRIN/CNRS, Villers-lès-Nancy CEDEX France, 1997.
- TORR1991 Eduardo Torroja Miret; RAZÓN Y SER DE LOS TIPOS ESTRUCTURALES. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja", Madrid 1991.
- VARL2000 P. A. C. Varley, R. R. Martin; A SYSTEM FOR CONSTRUCTING BOUNDARY REPRESENTATION SOLID MODELS FROM A TWO-DIMENSIONAL SKETCH. Proceedings of GMP 2000, IEEE Press, 2000.
- VENT1966 Robert Venturi; COMPLEJIDAD Y CONTRADICCIÓN EN LA ARQUITECTURA. Ed. Gustavo Gili, Barcelona 1974; ed. original 1966.
- VENT1977 Robert Venturi, Steven Izenour, Denise Scott Brown; APRENDIENDO DE LAS VEGAS. EL SIMBOLISMO OLVIDADO DE LA FORMA ARQUITECTONICA. Ed. Gustavo Gili, Barcelona 1978; ed. original 1977.
- VRIE1998 B. de Vries and J. Jessurun; FEATURES AND CONSTRAINTS IN ARCHITECTURAL DESIGN. Proceedings of DETC'98, ASME Design Engineering Technical Conference, Atlanta, Georgia, sep. 1998.
- WALT1982 David L. Waltz; EL ORDENADOR SE HA CONVERTIDO EN UNA HERRAMIENTA CON LA QUE RAZONAR SOBRE EL RAZONAMIENTO. INTELIGENCIA ARTIFICIAL. Investigación y Ciencia, no. 75, dic. 1982, p. 48.
- WESL1981 Michael A. Wesley, George Markowsky; FLESHING OUT PROJECTIONS: RECONSTRUCTION OF OBJECTS, PART II. IBM Journal of Research and Development, vol. 25, no. 6, pp. 934-954, nov. 1981.
- WESL1984 Michael A. Wesley, George Markowsky; GENERATION OF SOLID MODELS FROM TWO-DIMENSIONAL AND THREE DIMENSIONAL DATA. Solid modeling by computers, ed. by Mary S. Pickett and John W. Boyse, Plenum Publishing Corporation, 1984.
- WILS1998 Edward O. Wilson; CONSILIENCE. LA UNIDAD DEL CONOCIMIENTO. Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores, Barcelona 1999; ed. original 1998.
- ZAKI1997 Richard D. Zakia; PERCEPTION AND IMAGING. Focal Press, Boston 1997.
- ZEVI1951 Bruno Zevi; SABER VER LA ARQUITECTURA. Editorial Poseidón, Buenos Aires 1951.
- ZEVI1978 Bruno Zevi; EL LENGUAJE MODERNO DE LA ARQUITECTURA. Editorial Poseidón, Barcelona 1978.